Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ISSN 1561-7793

Вестник

Томского государственного университета

ПРИЛОЖЕНИЕ

№ 2

СЕНТЯБРЬ 2002

Материалы научных конференций, симпозиумов, школ, проводимых в ТГУ

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЕСТНИК
ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ОБЩЕНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Свидетельства о регистрации: бумажный вариант № 018694, электронный вариант № 018693
выданы Госкомпечати РФ 14 апреля 1999 г.
ISSN: печатный вариант – 1561-7793; электронный вариант – 1561-803X
от 20 апреля 1999 г. Международного Центра ISSN (Париж)

№ 2 ПРИЛОЖЕНИЕ Сентябрь 2002

СТАТЬИ
по материалам III Всероссийской научной экологической конференции с международным участием «Чтения памяти Юрия Алексеевича Львова» (Томск, ТГУ, 24–26 сентября 2002 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

Юрий Алексеевич Львов (1932–1994) 3

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Андриянова Е.А., Мочалова О.А. Некоторые особенности ели сибирской на Крайнем Северо-Востоке 8
Борисенко А.Л., Мульдияров Е.Я, Лапшина Е.Д. Анализ бриофлоры юго-востока Томской области 14
Горошкевич С.Н. Морфогенез побега в группе *Cembrae* рода *Pinus*: внутри- и межвидовая изменчивость в связи с климатическими условиями 22
Константинова Н.А. Редкие и интересные виды печеночников (*Hepaticae*) в заповеднике «Кузнецкий Алатау» 28
Кривец С.А. Жуки-долгоносики в лесных сообществах Томской области 32
Кривец С.А., Высотина С.В., Милькина Е.Н. К изучению биоразнообразия насекомых-дендрофагов в лесах Прикетья 37
Москвитина Н.С., Кравченко Л.Б., Незнамова Е.Г., Сучкова Н.Г., Прочан О.А. Динамика сообществ мелких млекопитающих в различных биогеоценозах юго-востока Западной Сибири 39
Порядина Л.Н. Экологический анализ лихенофлоры Алдано-Индигирского междуречья (Якутия) 43
Потапова Н.К. Сравнительный анализ общности фауны кровососущих комаров (*Diptera, Culicidae*) Якутии и Северной Европы 48
Пяк А.И. Таксономическая структура и эндемичные виды петрофитной флоры Русского Алтая 51
Ребристая О.В. Изменение биоразнообразия сосудистых растений на долготном и широтном градиенте (на примере флоры Ямала) 58
Руденко В.В. К изучению лихенофлоры пихтово-осиновых лесов водораздела рек Томь и Яя 63
Рузанова А.И. Таксономическое разнообразие хирономид речной системы нижней Томи 68
Яновский В.М. Опыт лесопатологического районирования: Республика Тыва 75

БОЛОТОВЕДЕНИЕ

Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М., Пологова Н.Н. Анализ структуры лесоболотных комплексов юго-востока Васюганской равнины с использованием космоснимков и данных наземных наблюдений 80
Баженов Д.А., Инишева Л.И., Головацкая Е.А. Влияние температуры деятельного слоя торфяной залежи на выделение CO_2 из олиготрофных болот ландшафтного профиля 84

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Базанов В.А., Льготин В.А., Скугарев А.А., Архипов В.С., Савичев О.Г. Природные условия развития болота Ишколь и хозяйственная деятельность ... 87
Васильев С.В., Косых Н.П., Перегон А.М., Вологжина О.В. Пространственная структура и продуктивность мохового покрова верховых болот средней тайги Западной Сибири ... 93
Волкова Е.М. Продуктивность различных типов фитоценозов Васюганского болота ... 98
Волкова И.И. Экологические функции горных болот Кузбасса ... 101
Гаджиев И.М, Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Мониторинг болотных экосистем Южной тайги (на примере Бакчарского массива Большого Васюганского болота) ... 109
Кузнецов О.Л. Использование эколого-ценотических групп видов при разработке классификации растительности болот Карелии ... 111
Кутенков С.А. Генезис эвтрофных лесных болот Карелии ... 116
Лапшина Е.Д., Пологова Н.Н., Блеутен В. Динамика накопления торфа и углерода в торфяных болотах средней тайги Западной Сибири в голоцене (район Нижневартовска) ... 120
Росновский И.Н., Герасько Л.И. Теплообмен в катенах заболачивания ... 124
Любомиров А.С. Динамика криогенных болотных ландшафтов приморских низменностей Якутии ... 128
Наумов А.В. Метан и углекислый газ в болотных экосистемах средней тайги (Западная Сибирь) ... 130
Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю. Болота бассейна реки Кихчик (Западная Камчатка) ... 137
Прейс Ю.И., Антропова Н.А. Стратиграфия грядово-топяных комплексов Обского болота (на юге Томской области) ... 141
Пугачев А.А. Динамика растительной массы и биологический круговорот в болотных ландшафтах крайнего северо-востока Азии ... 146
Титлянова А.А. Запасы фитомассы и чистая первичная продукция травяных болот в лесостепной зоне Западной Сибири ... 150

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Волков И.В. К вопросу об экологической неоднородности высокогорной растительности ... 154
Кандалова Г.Т. Влияние заповедного режима на восстановление деградированных степных сообществ заповедника «Хакасский» ... 158
Кирпотин С.Н. Возрождение ландшафтной экологии ... 161
Коронатова Н.Г. Структура и динамика растительного вещества на зарастающих карьерах северной тайги ... 169
Лапшина Е.И., Валуцкий В.И. Структура растительного покрова Новосибирской области и её отражение на среднемасштабной карте ... 172
Миронова С.И., Васильев Н.Ф. Техногенная трансформация растительности на отвалах алмазных месторождений Якутии ... 174
Нешатаев В.Ю. Модель динамики разнообразия растительности Верхне-Тазовского заповедника под влиянием лесных пожаров ... 177
Полежаев А.Н., Беркутенко А.Н. Динамика растительности в районах разработок горных месторождений (на примере горнорудного месторождения Кубака, Магаданская область) ... 183
Пшеничникова Л.С. Продуктивность и структура фитомассы разногустотных сосновых ценозов ... 186
Телеснина В.М. Почвы долины Среднего Енисея в системе почвенно-растительных комплексов (ландшафтно-экологическая ординация) ... 190

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Бех И.А., Бокша С.В., Волочий А.Я., Читоркин В.В. Эколого-лесоводственная оценка лесных ресурсов Томской области и перспективы их использования ... 195
Данченко А.М., Бех И.А. Состояние и перспективы развития зеленого фонда города Томска ... 198
Дюкарев А.Г. Проблемы регионального биомониторинга ... 200
Зоркина Т.М. Природное разнообразие степной растительности Северного Казахстана и основы её рационального использования ... 205
Иванов И.А. Формы землепользования и экология лугов Якутии ... 208
Плеханов Г.Ф. Оценка экологической емкости территории как основа механизма устойчивого развития России ... 213
Пологова Н.Н., Герасько Л.И. Изменчивость почвенно-экологических условий в сосновых лесах ... 216
Прокопьев Е.П., Герасько Л.И. К характеристике экосистем юго-западных окрестностей г. Томска ... 223
Пугачев А.А. Экологические особенности функционирования почв основных ландшафтов крайнего северо-востока Сибири ... 225
Саввинов Г.Н., Легостаева Я.Б., Герасимов Я.Р., Данилов П.П. Эколого-геохимическая оценка техногенных ландшафтов на территории алмазоносной провинции Республики Саха (Якутия) ... 228
Сорока Г.Б., Щербакова О.Б. Использование социологических опросов для выявления экологического самосознания населения ... 232
Читоркин В.В., Бочаров А.Ю. Некоторые возможности направленного формирования молодняков и расширения площади насаждений кедра сибирского в Южном Приобье ... 235

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЛЬВОВ
(1932–1994)

14 августа 2002 г. исполнилось 70 лет со дня рождения рано ушедшего из жизни Юрия Алексеевича Львова, одного из ярких и талантливых ученых Томского университета, замечательного человека, педагога, гражданина.

62 года жизни, 40 из которых отдано научной и педагогической деятельности. 116 научных публикаций – сравнительно немного, но это лишь небольшая толика его научного наследия. Большая часть описательных, методических материалов, теоретических разработок и обобщений осталась в многочисленных отчетах и служебных записках, сформулирована в обоснованиях научных программ, неопубликованных докладах. Его научные публикации последних лет отличаются особенной глубиной. Некоторые из них представляют собой своеобразные «скопления идей», где порой в содержание абзаца укладывается формулировка целого научного направления. Юрий Алексеевич умел генерировать массу научных идей, щедро делился ими со своими коллегами.

Свойственный Ю.А. Львову широкий подход к оценке природных процессов и общественных явлений, широта интересов, оригинальность и неординарность суждений привлекали к нему не только студентов и молодых начинающих ученых, но также ведущих отечественных и зарубежных коллег – ботаников, географов, экологов, этнографов, культурологов, физиков, философов, интересующихся проблемами устройства биосферы и взаимодействия с ней человека.

Ю.А. Львов родился 14 августа 1932 г. в г. Москве. В 1941 г. с родителями был эвакуирован в Томск. Окончив в 1950 г. в Томске среднюю школу, Юрий Алексеевич поступил в Томский университет с твердым намерением заниматься изучением растительного мира. В гербарии он познакомился с Л.П. Сергиевской, которая привлекает его к изучению полезных растений г. Томска и его окрестностей. В течение лета 1951 г. Юрий Алексеевич самостоятельно обследует близлежащие пригороды, собирает гербарий, а затем и определяет его.

В 1952 г. после окончания второго курса он совершает свою первую экспедиционную поездку в Забайкалье в составе отряда, возглавляемого Л.П. Сергиевской. В экспедиции он впервые всерьез заинтересовался растительными сообществами, которые закономерным образом сменяли друг друга в пространстве в зависимости от условий местообитания, слагая контрастную мозаику растительного покрова незабываемо красивых и суровых ландшафтов забайкальских степей.

После возвращения из экспедиции Юрий Алексеевич без колебаний распределяется на кафедру геоботаники, решая посвятить себя изучению растительных сообществ. Со временем под влиянием Л.В. Шумиловой окончательно сформировался его научный интерес: он увлекся болотами, особенную любовь к которым сохранил на всю жизнь.

Уже в студенчестве Юрий Алексеевич отличается самостоятельным мышлением, широтой интересов и увлечений. Будучи студентом 5-го курса он работал экскурсоводом в Сибирском ботаническом саду. К тому времени он прекрасно разбирался в тропической флоре и мог увлечь рассказом самую разную аудиторию. Его экскурсии (по словам В.Б. Купрессовой, работавшей в то время в ботсаду) привлекали внимание даже работников оранжереи, старавшихся в нужный момент оказаться где-то поблизости, чтобы лишний раз послушать молодого экскурсовода.

Сразу после окончания университета Юрий Алексеевич предпринимает свою первую самостоятельную экспедицию на Иксинское болото. Получив в кассе университета выделенные на экспедицию средства (60 руб.) и закупив продукты, с малознакомым парнем, который согласился сопровождать его в качестве рабочего (второй покинул их в самом начале пути), молодой ученый предпринимает попытку пересечь междуречье рек Шегарки и Иксы, чтобы выяснить устройство водораздельного болотного массива, описать по маршруту все типы растительных сообществ и отобрать образцы торфа. Более месяца они шли по болоту (последнюю неделю провели без еды и соли) и лишь волею судьбы остались в живых. Свою первую научную статью под названием «К характеристике Иксинского водораздельного болота» Юрий Алексеевич опубликовал в 1959 г. в Известиях ВБО.

После окончания университета Ю.А. Львов был оставлен на кафедре геоботаники ассистентом, началась его преподавательская деятельность. Под руководством Л.В. Шумиловой Юрий Алексеевич начинает заниматься изучением болот Западной Сибири. В 1956–1960 гг. он принимает участие в качестве геоботаника в экспедициях, организованных институтом «Гипроторфразведка» по обследованию болот Западной Сибири. По материалам этих лет выходят его работы о растительности и особенностях строения Сенченского болота, болот бассейна р. Конды.

Огромное влияние на формирование и становление Ю.А. Львова как ученого оказали два события – двухлетняя командировка на Кубу и участие в Комплексной

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

самодеятельной экспедиции (КСЭ), организованной в 1959 г. группой томских ученых-энтузиастов.

В 1961–1963 гг. Ю.А. Львов был направлен в составе группы советских специалистов-торфоизыскателей в республику Куба для исследования торфяных ресурсов страны. В задачу Юрия Алексеевича входило выполнение геоботанической части работы. Однако отсутствие каких-либо литературных сведений о торфяных болотах тропической Америки, их флоре и растительности потребовало большой предварительной работы по определению флористического состава болотной растительности, микроскопическому изучению растительных остатков, встречающихся в торфе, составлению атласа растительных остатков кубинских торфов. Наряду с описанием болотных растительных сообществ молодой ученый интересуется особенностями процесса торфонакопления, делает раскопки корневых систем болотных растений и зарисовки верхних слоев торфяной залежи.

Вернувшись в Томск, Ю.А. Львов в течение года публикует серию статей о типологии тропических болот, экологии мангров, составе и свойствах торфов кубинских болот и в 1966 г. успешно защищает кандидатскую диссертацию «Торфяные болота Кубы (геоботанический очерк)».

Еще до отъезда на Кубу (в 1960 г.) Юрий Алексеевич совершает в составе КСЭ свою первую поездку в район падения Тунгусского метеорита, где основное внимание уделяет многочисленным и разнообразным болотам. Особый интерес вызывают крупнобугристые торфяники. Он детально обследует их в окрестности фактории Ванавара и на всем протяжении пути от Ванавары до изб Кулика в эпицентре взрыва: разбирается со строением крупнобугристых болот, исследует талые термокарстовые депрессии, описывает динамику их естественного развития и формирования.

Впоследствии Юрий Алексеевич еще трижды посещает район Тунгусской катастрофы в (1964, 1968 и 1977 гг.), принимает непосредственное участие в обработке полевых материалов, регулярно встречается по пятницам с членами экспедиции для обсуждения результатов и новых планов. Он был одним из идейных лидеров КСЭ. Неоценим его вклад в работы по поиску вещества Тунгусского метеорита. Используя свои знания об анатомо-морфологическом строении сфагновых мхов и характере нарастания сфагновой дернины, Ю.А. Львов предложил простой и доступный способ выделения мелкодисперсной фракции космического вещества из торфа. В 1967 г. в сборнике «Проблемы Тунгусского метеорита» (Вып. 2) была опубликована его статья «О нахождении космического вещества в торфе», появляется ряд коллективных публикаций с его участием о ходе и результатах работ по поиску вещества Тунгусского метеорита, химическом составе и распределении сферических частиц (шариков) предположительно космического происхождения по площади района. Обобщением методических приемов по поиску вещества Тунгусского метеорита и сформировавшихся к этому времени представлений о масштабах выпадений и роли космогенного аэрозоля в развитии биосферы явились две работы: «Методы выделения космического вещества из природных объектов» и «Выпадение космического вещества на поверхность Земли».

В КСЭ царила атмосфера демократизма, свободы мысли, творческой инициативы, поэзии и юмора. В этой среде как нельзя лучше могли проявиться и раскрыться лучшие природные качества любого человека. Возникнув на волне «оттепели»» 60-х гг., КСЭ и в последующие годы привлекала в свои ряды близких по духу людей из «душных» будней застойных времен.

Проблема Тунгусского метеорита более 30 лет оставалась в кругу научных интересов Юрия Алексеевича. Связанным с нею вопросам посвящено 40 его работ, что составляет третью часть всех публикаций. Идеи Юрия Алексеевича и предложенный им метод выделения мелкодисперсного вещества земного и космического происхождения из моховой дернины легли в основу нового научного направления, успешно развитого в работах А.П. Бояркиной.

Формирование научных интересов ученого шло от геоботаники и болотоведения к биогеоценологии и ландшафтной экологии. В 1963–1965 гг. Ю.А. Львов возобновляет работу в торфоразведочных экспедициях. Пешком и на самолетах он многократно пересекает Васюганское болото, обследует бассейны Кети, Васюгана, Тыма, район Салехарда. Им выполнено большое количество описаний растительного покрова и стратиграфии торфяной залежи, даны первые научные описания болот ряда труднодоступных районов Западной Сибири. Большой фактический материал, полученный экспедициями института «Гипроторфразведка» (впоследствии трест «Геолторфразведка», ПГО «Торфгеология»), позволил выявить в общих чертах запасы и свойства торфяных ресурсов, что легло в основу кадастра «Торфяные месторождения Томской области» (1971) и частично нашло отражение в книге «Торфяные ресурсы Томской области и использование их в сельском хозяйстве» (1971). Однако этих сведений оказалось недостаточно для получения стройного представления о разнообразии типов болот Томской области и их размещении. Как выяснилось, большая по площади и неоднородная в природном отношении территория Томской области имеет существенные различия в ходе болотообразовательного процесса в разных своих частях. Прекрасно понимая это, Юрий Алексеевич более углубленно приступает к разработке вопросов районирования и целенаправленному обследованию территорий отдельных районов.

Начало второго этапа его научной деятельности (1968–1976 гг.) совпадает с открытием НИИ биологии и биофизики и созданием лаборатории геоботаники. В этот период наряду с выполнением большого объема научно-производственных (хоздоговорных) работ по выявлению торфяного и мелиоративного фонда юга За-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

падной Сибири, обследованию сенокосов и пастбищ совхозов и колхозов Томской области, в которых Ю.А. Львов принимает участие, идет интенсивное накопление фактического материала о строении, стратиграфии торфяной залежи, закономерностях размещения болот Причулымья, левобережья Оби, ряда северных районов Томской области, Омской области.

Большое внимание Юрий Алексеевич уделяет проблеме современного заболачивания суходолов. Организуются совместные экспедиции с почвоведами, к участию в которых активно привлекаются студенты. На основании своих наблюдений он разрабатывает схему районирования Томской области по интенсивности процессов современного заболачивания, высказывает мнение об обратимости и ритмичности процесса заболачивания, предлагает комплекс методов изучения лесоболотных экотонов, включающий дендрохронологический метод, методы крупномасштабного картирования моховой дернины и древесного подроста на контакте леса и болота, датирования торфяной залежи по «пожарным горизонтам» на периферии болота, позволяющие не только выявить характер процессов заболачивания, но и их скорость.

В эти годы он публикует ряд важных работ по типологии болот Тым-Вахского междуречья, бассейна р. Орловки, Пайдугинской ложбины древнего стока, поймы р. Чулым, Омского Прииртышья, а также обобщает материал о характере и механизмах заболачивания Томской области (1976). Особое значение имела его статья «Методические материалы к типологии и классификации болот Томской области» (1974), которая привлекла внимание отечественных болотоведов зрелостью теоретических представлений и оригинальностью методических подходов к изучению болот. В этой работе ученый впервые приводит схему болотного районирования Томской области, формулирует теоретические представления о болотной фации как элементарной пространственно-временной единице болотного массива, вводит понятия современной и геологической болотной фации, свиты болотных фаций. Большое значение для дальнейшего развития болотоведения имело описание новых методических приемов для изучения болот: метода зарисовки вертикальных профилей болотных фитоценозов и микрорельефа в сочетании со стратиграфическим профилем торфяной залежи, полученным по серии близко расположенных скважин; метода отбора и анализа торфяных образцов сплошной колонкой с интервалом 5–10 см, что дает возможность оперировать элементарными генетическими видами торфа как отражением былых болотных фитоценозов и улавливать изменения экологических условий болотных местообитаний, ведущие к сменам фитоценозов.

Третий этап его научной деятельности, который начался в 1976 г., ознаменовался, с одной стороны, синтезом и теоретическим обобщением знаний о болотах Западной Сибири, с другой – поиском новых методических подходов и методов для решения задач более высокого биогеоценотического уровня исследований. В 1976 г., спустя год после смерти Л.В. Шумиловой, Ю.А. Львов возглавляет лабораторию геоботаники НИИББ, которая через некоторое время была переименована в лабораторию биогеоценологии. В течение многих лет Юрий Алексеевич совмещает педагогическую и научную работу на кафедре. Объединяя вокруг себя силой своего человеческого обаяния, широтой кругозора, даром научного предвидения очень разных по складу и наклонностям молодых людей, он создает неформальный спаянный коллектив, способный решать широкий круг сложных научных проблем.

В этот период начинает действовать полевой стационар в пос. Ягодный Верхне-Кетского района Томской области, где в течение 6 лет проводятся разнообразные геоботанические, болотоведческие, почвенные, биогеоценотические исследования, направленные на изучение процессов современного заболачивания, пространственной структуры лесных и болотных биогеоценозов, разработку новых методических подходов, в частности, работ по уточнению экологических шкал и поиску новых форм их приложения.

По результатам деятельности Ягодинского стационара опубликовано немного работ, однако сам Юрий Алексеевич вспоминал об этом периоде как о наиболее продуктивном и важном для себя. Здесь кристаллизуются, обсуждаются, опробуются в небольших методических работах его размышления о взаимосвязи живых организмов и их сообществ со структурой пространства. Попытки разобраться в закономерностях пространственно-временной организации лесных и болотных растительных сообществ и их сочетаний приводят его к учению о биогеоценозах как элементарных участках населенной организмами поверхностной оболочки Земли. Он разрабатывает и начинает читать новый оригинальный курс лекций «Биогеоценология», который лег в основу одноименного раздела коллективной монографии «Экология, биогеоценология и охрана природы» (1979). В этой работе простым лаконичным языком на ярких и образных примерах изложены фундаментальные представления о составе, пространственной структуре и функционировании биогеоценозов, их устойчивости и сукцессиях, даны основы типологии биогеоценозов (биогидроценозов) и систем. Творчески восприняв учение В.Н. Сукачева о биогеоценозах, Юрий Алексеевич дополняет и развивает его представлениями о структуре биогеоценотического пространства и времени, о системах биогеоценозов и механизмах межбиогеоценотических отношений и связей, вводит в практику биогеоценологии метод экологического параметрирования.

Очень много в эти годы было сделано Ю.А. Львовым для уточнения и усовершенствования методики использования стандартных экологических шкал Л.Г. Раменского. Значительно расширена область их практического приложения от оценки экологического состояния биогеоценозов и их структурных элементов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(парцелл, биогеогоризонтов) до определения динамики и прогноза экологических изменений в ландшафте, протекающих как в результате природных процессов, так и в результате разных форм хозяйственной деятельности. Была показана возможность использования экологических шкал для определения условий существования растительных сообществ былых эпох по палеоботаническим данным, в частности, по ботаническому составу торфов и составу спорово-пыльцевых спектров. На этом основан разработанный им метод ретроспективного экологического анализа торфяных отложений и относительной датировки слоев торфа путем сопоставления экологических кривых торфяных залежей.

Уже в начале этого этапа в работе «Торфяное болото как система болотных фаций» (1977) Юрий Алексеевич обращается к ландшафтному уровню рассмотрения природных тел и явлений. В учении о системах биогеоценозов этот подход получает дальнейшее развитие. Важной областью интересов ученого всегда были вопросы природного районирования. Поняв, что территории Томской области недостаточно для выхода на широкие географические закономерности, он разрабатывает схему дробного природного районирования юга Западной Сибири.В основу этого районирования им были положены признаки ведущего ландшафтного процесса, каким для лесной зоны Западной Сибири является процесс заболачивания. Указывая на степень развитости болотного процесса и ярко выраженную специфику хода развития ландшафтного покрова в разных районах, Ю.А. Львов вводит понятия «болотный покров» и «лик болотной местности», описывающие состав и структуру ландшафтного устройства района.

В своих построениях Юрий Алексеевич опирается на работы П.Н. Крылова и Л.В. Шумиловой, при этом дополняет зонально-провинциальный принцип членения территории бассейновым, выделяя по признакам болотного покрова болотные пояса, которые идут вкрест зональным и провинциальным рубежам, подчиняясь географическому градиенту крупного речного бассейна (Оби). Его работа «Географическая структура болотного покрова Западной Сибири» (1987) является ярким свидетельством творческого развития ботанико-географического направления Томской ботанической школы, заложенного его учителями.

Надо сказать, Ю.А. Львов всегда с признательностью вспоминал и высоко ценил своих учителей. Исключительно благодаря его усилиям подготовлена к печати и опубликована рукопись Л.В. Шумиловой «Фитогеография», над которой она работала в последние годы своей жизни уже будучи тяжело больной. Желание Юрия Алексеевича полностью сохранить всю содержательную часть монографии и при этом выполнить условие издательства (сократить объем рукописи вдвое), потребовало от него коренной переработки текста, над которым он работал более года. Этот бескорыстный труд лишний раз характеризует Ю.А. Львова как человека высоких моральных убеждений и жизненных принципов.

Помимо всего прочего в период с 1978 по 1988 г. под руководством Юрия Алексеевича выполнялась серия крупных хоздоговорных работ по экологическому обоснованию и экспертизе крупных мелиоративных, строительных проектов в связи с потребностью в экологическом обеспечении линий электропередач сверхвысокого напряжения. За этот период при его непосредственном участии было подготовлено и передано заказчикам более 20 отчетов.

Эти работы показали необходимость подробного географического и экологического обоснования экспертных оценок и разработки новых подходов как к динамическим процессам живого покрова Земли, так и формам взаимодействия организмов и их сообществ с факторами антропогенного происхождения в конкретном географическом пространстве. Иными словами, эти работы показали, что необходимо формировать основы нового научного направления – ландшафтной экологиии.

Вопросы ландшафтной экологии и биоиндикации заняли основное место в научной деятельности Юрия Алексеевича на протяжении четвертого этапа научной деятельности, начиная с 1988 г. В этом году он избирается коллективом НИИББ на должность заведующего отделом экологии и получает возможность реализовать на практике комплексную ландшафтно-экологическую тематику, включая оценку антропогенного воздействия на все уровни организации живого. Методологической основой разрабатываемого им научного направления послужили: 1) представления о пространственной структуре земных покровов (эпигенология Р.И. Аболина); 2) идеология геохимического ландшафтоведения (А.И. Перельман, Г.Н. Высоцкий); 3) оценка состояния и динамики земель на основе использования стандартных экологических шкал (учение Л.Г. Раменского о типах земель). Антропогенные воздействия рассматриваются им как наложенные на историческую динамику природных систем разного территориального ранга, характеризующихся на каждом уровне своей системой экологических реакций на внешние воздействия.

Теоретические представления Ю.А. Львова легли в основу осуществления конкретных проектов по оценке влияния предприятий нефтедобывающей промышленности, анализа экологического состояния крупного промышленного центра и его окрестностей и ряда других работ подобного типа. Частично результаты этих исследований и теоретические разработки ученого нашли отражение в вышедших под его редакцией сборников «Университетская роща как составная часть ландшафтно-архитектурной структуры города» (1990), «Экология промышленного города» (1992) и других.

В последние годы своей научной деятельности Юрий Алексеевич идет дальше и формулирует цели, задачи, предмет и методы региональной экологии. Он возглавляет и наполняет новым содержанием научную тематику лаборатории охраны природы, которая, по его представлениям, и призвана решать экологические и приро-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

доохранные проблемы на региональном уровне. Смерть помешала ему в полной мере реализовать задуманное.

Он не жалел сил и времени для обсуждения с сотрудниками отдела результатов их работ, для многих биологов и почвоведов открывая понятие географического масштаба применительно к их исследованиям, ввел в пространственную и территориальную систему представлений, с готовностью организовывал разнообразные формы коллективного обсуждения. Его выступления на семинарах всегда отличались предельной простотой, ясностью и содержали, казалось бы, простые истины. Последние годы жизни он посвятил экологическому образованию сотрудников отдела.

Не все его идеи безоговорочно принимались. Своими высказываниями он постоянно возбуждал научные дискуссии по многим методическим вопросам экологии, ландшафтоведения, биоиндикации, в ходе которых развивались научные представления их участников. Его подвижническая деятельность для многих осталась незаметной. Люди как бы сами доходили до верных решений и формулировок, начинали понимать друг друга и говорить на одном языке, жить в одной системе представлений.

Трудно переоценить значение просветительской деятельности, которую неутомимо вел Ю.А. Львов на протяжении всей своей жизни как преподаватель кафедры, постоянный лектор «Общества знаний», ведущий в области и городе специалист-эколог. Он одинаково доступно, ясно и образно мог объяснить суть важнейших экологических проблем, выступая перед студентами, учителями, работниками высшего и среднего руководящего звена и природоохранных организаций, депутатами. В значительной мере его заслугой было изменение отношения работников административных и хозяйственных структур области к вопросам охраны окружающей среды.

Мысленно прослеживая творческий путь и развитие научных интересов Ю.А. Львова, невольно обращаешь внимание на закономерное расширение и углубление его мировосприятия. Начав изучение болот и болотного покрова, он проследил все уровни неоднородности географического пространства от осоковой кочки и фитоценоза до биогеоценотической оболочки Земли и на конкретных результатах ощутил разномасштабность времен протекания природных процессов, присущих каждому из этих уровней. Он вплотную подошел к созданию целостной научной концепции – учения о пространственной структуре земных покровов и функционировании биоты Земли в их историческом развитии, которое естественным образом вливается в теорию В.И. Вернадского о биосфере.

Е.Д. Лапшина

Литература

1. Львов Ю.А. К характеристике Иксинского водораздельного болота // Изв. Томск. отд. ВБО. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1959. Т. 5. С. 59–62.
2. Львов Ю.А. Торфяные болота Кубы (геоботанический очерк) // Автореф. дис... канд. биол. наук. Томск, 1965. 19 с.
3. Львов Ю.А. О нахождении космического вещества в торфе // Проблема Тунгусского метеорита. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1967. Вып. 2. С. 140–144.
4. Львов Ю.А., Васильев Н.В., Антонов И.В. и др. Методы выделения космического вещества из природных объектов. Новосибирск, 1971. 8 с.
5. Язвин А.П., Львов Ю.А., Ларгин И.Ф. Торфяные ресурсы Томской области и использование их в сельском хозяйстве. М.: Недра, 1971. 55 с.
6. Львов Ю.А. Методические материалы к типологии и классификации болот Томской области // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука, 1974. С. 188–194.
7. Иванова Г.М., Львов Ю.А., Васильев Н.В. и др. Выпадение космического вещества на поверхность Земли. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. 120 с.
8. Львов Ю.А. Характер и механизмы заболачивания территории Томской области // Теория и практика лесного болотоведения и гидролесомелиорации. Красноярск, 1976. С. 36–45.
9. Львов Ю.А. Торфяное болото как система болотных фаций // Биологические науки. 1977. № 9. С. 97–103.
10. Львов Ю.А. Биоценология // Экология, биоценология, охрана природы / Под ред. Б.Г. Иоганзена. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1979. С. 96–174.
11. Львов Ю.А. Географическая структура болотного покрова Западной Сибири // Флора, растительность и растительные ресурсы Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. С. 47–68.
12. Львов Ю.А. (ред.) Университетская роща как составная часть ландшафтно-архитектурной структуры города. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. 60 с.
13. Львов Ю.А. (ред.) Экология промышленного города. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. 67 с.
14. Львов Ю.А., Мульдияров Е.Я., Лапшина Е.Д. Использование природных планшетов в экологическом мониторинге аэрозолей // После холодной войны: разоружение, конверсия, безопасность: II международная радиоэкологическая конференция. Красноярск; Томск, 1994. С. 88–89.
15. Львов Ю.А., Дмитриева Н.Г. Опыт ландшафтно-экологической оценки территории, подвергшейся радиохимическому загрязнению // После холодной войны: разоружение, конверсия, безопасность: II международная радиоэкологическая конференция. Красноярск; Томск, 1994. С. 90–92.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ

Е.А. Андриянова, О.А. Мочалова
Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан
ibpn@online.magadan.su

На юге Магаданской области (59°20' – 59°50'с.ш., 153°20' – 153°55'в.д.) в бассейне нижнего течения рек Яма и Поперечная имеется дизъюнктивно расположенный участок ареала ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. Этот единственный в северной Охотии небольшой по площади район оторван от ближайших местонахождений ели на Охотском побережье (южнее мыса Нагдан, 58°30'с.ш.) на 600–650 км, а от западной границы основного ареала (бассейн р. Юдомы) на 700 км. Несмотря на то, что о существовании Ямского елового острова известно давно – первые достоверные упоминания о произрастании здесь елей относятся к прошлому веку, а первые гербарные сборы сделаны П.А. Казанским в 1913 г., изученность его недостаточна. Конкретные описания нескольких типов леса с участием ели и имевшиеся на тот период сведения об их распространении опубликованы В.Н. Васильевым (1939, 1945), Г.Ф. Стариковым (1958), З.М. Науменко (1964), А.В. Шаткаускасом и Н.Г. Волобуевой (1983), также краткие сведения о флоре и растительности в Ямских ельниках имеются у А.П. Хохрякова (1979, 1989), В.А. Розенберга и В.Н. Дюкарева (1986), А.Н. Беркутенко (1987, 1995), А.Н. Беркутенко и др. (1989). В последние годы были найдены еще 2 местонахождения елей в северной Охотии: на р. Буочах (59°30' с.ш., 152°50' в.д.) – лиственнично-еловый массив (площадью около 1 км²), находящийся в 70 км юго-западнее Ямского рефугиума (Мочалова, 1996), и на руч. Средний, впадающем в зал. Бабушкина (59°25' с.ш., 153°20' в.д.) – компактная группа из 30 чахлых елей, площадью менее 50 м² в разреженном кустарничково-вороничном лиственничнике в 40 км от ближайших участков Ямских ельников (Кузнецова, Мочалова, 1996).

Распространение лесов с участием ели в пределах Ямского рефугиума

Наиболее информативна статья З.М. Науменко (1964), посвященная лесоводственной характеристике смешанных елово-лиственничных лесов и описанию их основных местонахождений. По его данным, собиравшимся осенью 1962 г., ель распространена в бассейне нижнего течения р. Ямы в 10 изолированных местонахождениях, 4 из которых расположены в низовьях долины р. Яма, 4 – по ее крупным притокам – рр. Студеная (1), Халанчинга (3), а также 1 на притоке последней – р. Сердцекаменной и 1 в верховьях р. Поперечной (рис. 1). Примерная площадь ельников составляла около 22,3 км², а размеры каждого из очагов – от 0,6 до 4 км². Распространение смешанных еловых лесов охарактеризовано как диффузно-

Рис. 1

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

очаговое среди долинных лиственничных и чозениево-тополевых лесов и, в меньшей степени, на пологих склонах среди лиственнично-каменноберезовых лесов и стланиково-ерниковых лиственничников. Очаговое распространение ельников связано с особенностями почвенных условий, в первую очередь, с увлажнением. Процесс развития древостоев из лиственницы и ели представляет собой кривую, отражающую первоначальное увеличение и последующее уменьшение участия ели в их составе. В середине XIX в. ель была распространена шире и встречалась около устья р. Ямы, где впоследствии была вырублена (Стариков, 1958).

Оценивая состояние и перспективы существования этой популяции, З.М. Науменко указал, что естественное возобновление ели недостаточно для усиления ее фитоценотических позиций, хотя в пойме р. Ямы достаточно мест, благоприятных для ее произрастания, т.е. наблюдается тенденция к естественному сокращению ее площадей. Однако В.Н. Васильев (1945), ранее работавший в данном районе, считал, что наблюдается усиление роли ели в смешанных древостоях и расширение ее ареала в бассейне р. Ямы, доказательством чего служит обилие хорошего подроста елей в сравнении с количеством ее взрослых особей. Современному расширению ареала ельников на Охотском побережье препятствует, в первую очередь, горный рельеф.

Современное распространение ели, подробно изученное в долинах рек Ямы и Студеной, отличается от описанного З.М. Науменко (см. рис. 1). Различные типы пойменных лесов с участием ели встречаются в долине р. Ямы начиная с р. Хурчан, а ниже руч. Пастуший леса с елями тянутся практически по всему левому берегу р. Ямы, причем участки долины, на которых ель отсутствует (или произрастают единичные ели), не превышают нескольких километров. По правому берегу р. Ямы большой массив ельников (шириной от 1 до 4–5 км) расположен в 8–10 км ниже устья р. Студеной. Склоновые елово-лиственнично-каменноберезовые леса встречаются между рр. Студеная и Халанчига по склонам их низкого водораздела. Массивы с участием ели в долине р. Ямы занимают более 20 км^2, а на водораздельных участках – не менее 10 км^2, тогда как по данным 1962 г. ельники на этом участке растут в виде 3 массивов площадью около 5 км^2. Большая площадь Ямского елового рефугиума и «объединение» описанных ранее отдельных местонахождений ельников могут быть связаны как с активным расселением елей, так и с неполнотой проводившихся ранее обследований (т.к. на «впервые описанных» участках достаточно много деревьев в возрасте более 50 лет).

Общая характеристика растительного покрова Ямского елового острова

Леса с участием ели являются наиболее сложными по флористическому составу и строению на североохотском побережье. В долинах ель встречается на всех пойменных уровнях, за исключением низкой поймы, в том числе и на крупных островах, где, однако, участие елей в составе древостоя не превышает 0,1–0,2. Древостои с участием лиственницы и ели разновозрастны и многоярусны. Наибольшие площади леса с *Picea obovata* занимают на высокой пойме и на старопойменных незаболоченных террасах, где ель нередко выходит в первый ярус и содоминирует с лиственницей. Наиболее распространены елово-лиственничные, тополево-елово-лиственничные леса. В 1-м ярусе обычны в различных сочетаниях лиственница, ель и изредка *Populus suaveolens*, во 2-м ярусе – *Larix cajanderi, Picea obovata, Alnus hirsuta*, нередки *Padus asiatica, Sorbus sibirica*. Хорошо развит разновозрастный многочисленный подрост лиственницы и ели. Ель в подросте менее обильна, чем лиственница, произрастает небольшими группами. В составе густого (сомкнутостью 30–50%) кустарникового яруса обычны *Rosa ambluotis, Lonicera caerula, Spirea salicifolia, S. beauverdiana*, спорадически растут *Juniperus sibirica, Betula middendorffii, Pinus pumila*. Под пологом древостоя преобладают высокотравные и закустаренные вейниково-разнотравные участки, несколько реже отмечены хвощово-разнотравные и кустарничково-зеленомошные участки. На нескольких небольших по площади участках надпойменных террас существуют редкостойные ельники (с сомкнутостью древостоя 0,2–0,3), где доминирует ель. Для них характерен редкий кустарниковый ярус из *Juniperus sibirica, Rosa amblyotis, Lonicera caerula* и злаково-разнотравный покров из *Festuca altaica, Helictotrichon dahuricum, Calamagrostis langsdorffii, Clematis fusca, Cacalia hastata, Carex falcata* и др.

Основными типами долинных сообществ, в составе которых произрастают ели в бассейне р. Ямы, являются:

– ивово-тополевые леса с участием лиственницы и ели, кустарниково-высокотравные по средней пойме;

– ивово-тополево-лиственничные леса с елью, кустарниково-разнотравные по средней и высокой пойме;

– ивово-тополево-лиственничные леса с елью, кедровостланиково-кустарниково-разнотравные или кустарничково-разнотравные по высокой пойме;

– елово-лиственничные леса, кедровостланиково-кустарниковые кустарничково-разнотравные по высокой и старой пойме;

– елово-лиственничные леса, кустарничково-разнотравно-моховые по высокой и старой пойме;

– редкостойные елово-лиственничные леса, разнотравно-злаковые по старой пойме и надпойменным террасам;

– высокотравные или разнотравные ивово-ольховые заросли с участием ели вдоль старых русел, проток в тыловой части поймы.

Ельники в бассейне р. Ямы встречаются и за пределами речной долины. Ранее, вне долины, ель была отмечена только в одном месте – в среднем течении р. Халанчиги на склоне сопки южной экспозиции (~3 км^2).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Однако по склонам низкого водораздела рр. Халанчига и Студеная высотой 300–500 м над ур. м. на участке около 30 км^2 нередки фрагментарно распространенные склоновые каменноберезово-елово-лиственничные леса с мощными зарослями кедрового стланика под пологом древостоя. Ель в них растет обычно во 2-м ярусе, ее наибольшее участие в древостое отмечено по маленьким распадкам и лощинам. Участие ели в составе древостоев резко уменьшается с высотой, высотный предел ее распространения находится на высоте 350–380 м, тогда как верхнюю границу лесной растительности в данном районе формирует каменная береза (*Betula lanata*) на 400–450 м. Склоны, где растут леса с участием ели, обычно защищены от воздействия сильных ветров, что, по-видимому, более значимо в данном районе, чем экспозиция склона. Отдельные ели и их жизнеспособный подрост отмечены в составе заболоченных кустарничково-сфагновых лиственничных редколесий на шлейфах склонов и слабовогнутых склоновых террасах.

Во всех типах лесов с участием ели имеется жизнеспособный разновозрастный подрост *Picea obovata*. Он имеется даже в лесах, где ель растет разреженно в далеко не оптимальных местонахождениях. Например, 10–15-летние ели высотой около 1 м описаны в заболоченном сфагновом лиственничном редколесье с единичными елями на низком водоразделе, а также в склоновом каменноберезняке стланиково-ольховниковом с единичными елями на высотном пределе леса. Среди подроста елей высотой около 1,5 м отмечено наибольшее количество поврежденных деревьев – с обломанными верхушками, с несколькими вершинами, с деформированным стволиком. Основное количество засохшего подроста елей также имеет высоту 1,5–2 м. Видимо, этот размер является критическим для подроста елей в Ямском рефугиуме, когда нередко происходит неоднократная смена главного побега, и связано это может быть с высотой снежного покрова.

По данным З.М. Науменко (1964), возраст елей 1-го яруса колеблется от 150 до 250 лет, в благоприятных условиях они достигают 22–24 м высоты при диаметре 70–80 см. При равном участии лиственницы и ели в составе древостоев количество елового подроста меньше, чем лиственничного.

Обычно в оптимальных условиях ель занимает все подходящие местообитания, а при продвижении к северу экологические границы ее произрастания сужаются. Обширность и разнообразие территорий, занимаемых елью сибирской, заставляет предполагать существование у нее высокой изменчивости. Однако данные о наличии у нее экотипов, связанных с природной дифференциацией ареала ели, малочисленны. Указывается, что выделяется только разновидность, приуроченная к северным местообитаниям, – лесотундре и предтундровым лесам, характеризующаяся низким ростом, мелкими шишками, плохим семеношением и мелкой хвоей (Мамаев, Попов, 1989).

Некоторые биоморфологические особенности елей в бассейне р. Ямы

Внутривидовую изменчивость ели сибирской изучали, в основном, в зоне контакта ее ареала с елью европейской и в сибирской части ее ареала (Правдин, 1975; Мамаев, Попов, 1989; Говорин, 1992 и др.). С.А. Мамаевым и П.П. Поповым (1989) было показано, что зональное положение популяций *Picea obovata* отражается на процессах роста деревьев, определяющих характер плодоношения, особенности строения и размеры хвои и шишек. Сведения о биоморфологических особенностях *Picea obovata* в Ямском рефугиуме приводятся только Г.Ф. Стариковым (1958): ель достигает 25 м высоты и 40 см в диаметре, кроны густые, низкопосаженные, конусообразные. Хвоя густая, темно-зеленая, длиной до 25 мм. Цветет в конце мая – начале июня, шишки созревают в середине сентября, но семена сохраняются в них до марта следующего года. Преобладают овально-цилиндрические шишки размером 65х28 мм с цельнокрайными гладкими чешуйками, максимальные размеры шишек – 85х37 мм. Наибольшее количество шишек расположено в верхней части кроны и очень мало – в средней части. Семена снабжены крылатками, которые в 2,5–3 раза длиннее семени, вес 1000 обескрыленных семян составляет 2,25 г. Хорошее плодоношение наблюдается через 6–7 лет. Всхожесть семян низкая, несмотря на отсутствие грибных инфекций. Всходы неустойчивы против заморозков, они часто растут по гнилому валежу. Ветровальность ели в смешанных лесах низкая (Стариков, 1958).

Нами была изучена изменчивость морфологии и размеров шишек и хвои как наиболее часто используемых в качестве диагностических признаков. Произвольно выбранные точки сбора образцов охватили долину р. Ямы от руч. Пастуший до р. Халанчиги, долины рр. Студеная, Халанчига в их нижнем течении, и водораздел рр. Халанчига–Студеная. Морфометрически было обработано 400 хвоинок и 285 шишек.

В Ямском еловом острове преобладают ели с узкоконусовидной и колоновидной (цилиндрической) формой кроны; несколько реже, преимущественно у более молодых деревьев, форма кроны ширококонусовидная. Нередки деревья с неправильной, однобокой кроной, в которой просматриваются изреженные участки. Обычно у елей 1-го яруса зеленые ветви начинаются с высоты 1,5–2 м. По типу ветвления преобладают деревья с компактным ветвлением, несколько реже отмечен плоский тип ветвления. Спорадически – по переувлажненным пойменным участкам, по склонам встречаются двух-, трехвершинные деревья или ели с вторичной вершиной – результат коррелятивной смены главного побега. У старых экземпляров елей крона более рыхлая, с большим количеством слабо охвоенных и отмерших ветвей, особенно в нижней части. У старых перестойных елей 1-го яруса на шлейфе склона отмечен наиболь-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ший диаметр ствола – около 60 см (на уровне груди). Кустарникоподобные деревья с сильно деформированными стволами, с многократной сменой главного побега практически не встречаются. В наиболее экстремальных местонахождениях растут низкорослые тонкомерные ели высотой 3–5 м и диаметром 10–15 см.

Размеры хвои. При изучении размеров хвои важное значение имеет методика отбора образцов. Нами с двух близко растущих елей 1-го (редко 2-го) яруса собиралось по 3–4 молодых побега второго порядка на высоте1,5–2 м со стороны наиболее хорошо развитой кроны (если форма кроны у елей была правильная, то веточки брались с южной стороны). Было измерено по 50 произвольно выбранных хвоинок (в воздушно-сухом состоянии) с каждого дерева, всего исследована хвоя с 80 деревьев из 40 точек.

Хвоя ели очередная, прямая, четырехгранная (с тупыми ребрами), жесткая, что соответствует диагностическим признакам вида (Правдин, 1975). В Ямской популяции средний размер хвои составляет: длина 14,87±2,57 мм; диаметр 1,09±0,13 мм. Уровень внутрипопуляционной изменчивости размеров хвои – средний коэффициент вариации (Лакин, 1990) длины хвои – составляет 17,3%, диаметра хвои – 11,9%. Амплитуда изменчивости длины хвои составляет от 23,4 до 8,9 мм, а диаметра от 1,09 до 0,81 мм. Эти размеры укладываются в стандартные для *Picea obovata:* длина 10–20 мм (в среднем 15,2 мм).

Считается, что влияние экологических и ценотических факторов на размеры хвои невелико. В зависимости от местонахождения елей длина хвои в Ямском острове изменяется минимально: от 14,87±2,57 мм (при диаметре 1,09±0,13 мм) в средней и высокой пойме, до 14,98±2,71 мм (при диаметре 1,08±0,10 мм) на склонах сопок (на надпойменной террасе размер хвои составляет 14,62±2,63 мм и 1,09±0,13 мм). Согласно С.А. Мамаеву и П.П. Попову (1989), географическое местоположение популяций накладывает отпечаток на процессы роста, определяющие размеры хвои. В западной части ареала ели сибирской длина хвои в лесотундре составляет 10–11 мм, в предтундровых лесах – 11–12 мм, в северной тайге – 12–13 мм, в средней тайге 12–14 мм. То есть Ямская популяция по размеру хвои (14,9 мм) соответствует елям из среднетаежной зоны.

Размеры и особенности строения шишек. Изменчивость размеров шишек, числа и размеров семенных чешуй исследовались в различных районах и в различных местообитаниях, однако данные по восточной части ареала ели сибирской нами не найдены. Шишки собирались в сентябре–октябре 2001 г. с деревьев высотой около 10 м (из 2-го яруса или наиболее высокого подроста), если на дереве было более 20 зрелых шишек урожая 2001 г. В каждой точке сбора шишки отбирались с нескольких близко растущих деревьев. Измерение длины, диаметра и определение формы проводили у нераскрытых шишек сразу после их сбора. После высушивания при комнатной температуре из шишек были собраны семена и определено количество, форма и размеры семенных чешуй.

Количество шишек на одном дереве подвержено сильным колебаниям и связано как с размерами дерева, его положением в древостое, так и с климатическими условиями года образования генеративных органов. В 2001 г. урожай шишек был плохим, наибольшее количество деревьев с относительно хорошим урожаем шишек отмечено по редкостойным елово-лиственничным разнотравно-злаковым лесам в тыловых частях высокой или старой поймы. Также хорошая урожайность характерна для отдельно стоящих елей на закустаренных полянах в старопойменных лесах. На некоторых деревьях, наряду с шишками свежего урожая, сохранялись раскрытые шишки прошлых лет.

Шишки у елей в Ямском еловом острове мелкие, преимущественно цилиндрической, широкоцилиндрической формы. Несколько реже встречаются яйцевидные и единично – широкояйцевидные шишки. Практически все шишки отнесены к красношишечной форме, что совпадает с данными Л.Ф. Правдина (1975) о большей устойчивости красношишечных елей к низким температурам. Около трети шишек имеют или однобокую форму, или загнутую, недоразвитую верхушку шишки. Амплитуда изменчивости размеров шишек (в которых имеются хотя бы несколько зрелых семян) достаточно большая: длина шишек варьирует от 96,0 до 31,1 мм, а средняя ширина от 22,1 до 10,5 мм. В среднем, у зрелых шишек длина составляет 48,7±8,8 мм, ширина 15,8±1,9 мм. Уровень изменчивости размеров шишек средний – коэффициент вариации составляет для длины шишек 18,1%, для ширины – 12,0%. Размеры и некоторые морфологические характеристики 16 модельных шишек приведены в табл. 1.

Размеры "ямских" шишек находятся на нижнем пределе стандартных размеров шишек у ели сибирской: длина 5–8 см, ширина 2–4 см. Отметим, что, по данным Л.Ф. Правдина (1975), среднее значение длины для вида – 62 мм; на среднем Урале оно составляет 55–70 мм (Мамаев, 1972), а в бассейне Енисея – 64,7±1,3 мм на 17,2±0,23 (Говорин, 1992). С.А. Мамаевым и П.П. Поповым (1989), на примере предлесотундровых лесов Урала, было показано, что из-за общего ухудшения климата местности и ухудшения гидрологического режима наблюдались уменьшение длины шишек до 40–45 мм и резкое снижение количества семян, для сравнения, в таежной зоне Урала длина шишек составляет 55–70 мм. Амплитуда колебания длины шишек лежит в пределах 35–120 мм. В условиях, не являющихся экстремальными для ели, размер шишек изменяется мало. Показано, что длина шишек постепенно уменьшается с запада на восток и с севера на юг (Правдин, 1975). Также было прослежено уменьшение размеров шишек по мере поднятия в горы: на 20–30% в подгольцовом поясе и на 40% в горной тундре (Мамаев, Попов, 1989). На юге Мага-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

данской области при выборке в 285 шишек нами не обнаружено достоверной изменчивости размеров шишек в зависимости от мест произрастания деревьев (пойма, надпойменные террасы, склоны), при том, что доля деревьев с шишками на склонах, на заболоченных участках долин и по другим холодным, бедным местонахождениям очень низкая.

области) достигает 160–179. Нами для 35 неповрежденных шишек, разбитых на несколько категорий по их длине, было просчитано количество семенных чешуй (табл. 2). Оно колеблется от 55 до 109. Считая, что наибольшее количество шишек имеет размеры 45–55 мм, можно принять, что в среднем для елей Ямского изолята характерно 85–90 семенных чешуй на шишку.

Таблица 1

Размеры и некоторые морфологические признаки модельных шишек ели сибирской

Длина шишки, мм	Диаметр шишки, мм	Форма шишки	Число чешуй	Средняя длина чешуй, мм	Средняя ширина чешуй, мм
40,1	12,3	Яйцевидная	63	12,1	11,0
40,3	12,1	Цилиндрическая	70	9,5	9,2
43,7	16,3	Широкоцилинд.	74	10,5	10,4
44,5	16,1	Яйцевидная	79	11,6	10,7
49,2	14,3	Цилиндрическая	82	11,6	9,4
50,7	15,3	Яйцевидная	94	11,2	10,6
51,1	17,3	Широкоцилинд.	85	12,1	10,7
51,6	17,1	Широкоцилинд.	89	10,5	9,5
51,7	15,2	Яйцевидная	75	12,2	10,0
52,8	19,8	Цилиндрическая	101	11,4	10,3
52,9	15,0	Цилиндрическая	83	11,6	9,6
55,0	18,1	Яйцевидная	112	13,7	9,8
55,2	15,5	Широкоцилинд.	112	11,6	10,5
56,2	16,8	Широкоцилинд.	89	12,3	11,0
58,1	16,0	Цилиндрическая	94	11,6	10,1
63,3	17,5	Широкоцилинд.	122	12,6	10,9

У произвольно выбранных 20 шишек размером от 40 до 65 мм было измерено по 10 семенных чешуек из средней части шишки и определена форма ее верхнего края. Семенные чешуи имеют в среднем длину 11,8±1,2 мм, их ширина 10,3±0,6 мм. Изменяются эти размеры в пределах: длина от 14,5 до 9,5 мм, ширина – от 11,0 до 9,2 мм, коэффициент вариации длины чешуй составляет 10,2%, а ширины – 5,8%. Верхний край у неповрежденных чешуй цельнокрайный в 95% случаев и единично – гребешковидный. Отметим, что признаки, характеризующие форму и размер чешуи, обладают высокой стабильностью и, вероятно, вообще не связаны с условиями произрастания. В западной части ареала ели сибирской длина чешуй колеблется в пределах 15–19 мм при ширине 13–19 мм, а варьирование между крупными географическими регионами очень низкое (4–6%) (Мамаев, Попов, 1989). Однако размеры чешуй в Ямской популяции меньше, чем в западной части ареала примерно на 1/3–1/4.

Число семенных чешуй коррелирует с длиной шишек и изменяется в зависимости от географической широты. На севере число чешуй 113–120, на юге (в Могилевской

Качество семян. Семена были собраны в сентябре–октябре 2001 г. К этому времени большая часть семян уже высыпалась из шишек, хотя, по данным Г.Ф. Старикова (1958), семена сохраняются в шишках до марта следующего года. В нормально развитых шишках было много щуплых и пустых семян. Среди внешне нормальных семян пустых было не менее 80%.

Семена проверялись на всхожесть – в 4 повторностях по 100 семян, определялся вес обескрыленных семян – в 3 повторностях по 100 шт., размеры семян (30 шт.) с крылаткой и без.

Всхожесть семян – 7±0,7%.

Процент загнивших семян – 5±1,4.

Вес 1000 шт. – 2,6±0,02 г.

Размеры семян:

– длина 3,5±0,7 мм;

– ширина 2,6±0,5 мм;

– длина семени с крылаткой 10,8±2,1 мм.

По данным Г.Ф. Старикова (1958), семена ели также имели низкую всхожесть (13%).

Вес 1000 шт. семян ели, по данным С.А. Мамаева и П.П. Попова (1989), колеблется от 0,5 до 5,5 г. Вес се-

Таблица 2

Количество семенных чешуй в зависимости от размера шишки

Длина шишки, мм	30–35	35–40	40–45	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70
Число чешуй (средн. в выборке из 5 шишек)	55 (по 2 шт.)	63	72	85	89	101	106	109 (по 3 шт.)
Число чешуй (Правдин, 1975)	–	–	–	–	91–100		105–120	

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

мян ели из Ямской популяции (2,6 г) укладывается в пределы, определенные ими для предлесотундровых лесов (2,5–3 г). По данным Г.Ф. Старикова (1958), вес семян урожая 1955 г. был еще ниже (2,25 г).

Таким образом, качество собранных семян оказалось очень низким. С чем это связано, пока неясно. Это может быть как "локальной особенностью" Ямской популяции, так и результатом неблагоприятных погодных условий во время формирования шишек (из-за высокой чувствительности к погодным условиям на этапе формирования генеративных органов количество шишек и качество семян сильно колеблется от года к году).

Ель сибирская в Ямском изолированном местонахождении на юге Магаданской области распространена на гораздо большей площади, чем было зафиксировано в 60-х годах, она произрастает как в долинных лесах, так и на склонах низких водоразделов. Она встречается в местообитаниях, далеких от ее экологического оптимума, т.е. современные климатические условия не являются лимитирующими для расселения ели сибирской в бассейне р. Ямы.

Впервые для изолированного участка ареала *Picea obovata* получены данные по таким морфологическим признакам, как размеры хвои (дл. 14,87±2,57 мм; диам. 1,09±0,13 мм), размеры шишек (дл. 48,7±8,8 мм; шир. 15,8±1,9 мм), размеры семенных чешуй (дл. 11,8±1,2 мм; шир. 10,3±0,6 мм) и их среднее количество (85–90 шт.), размеры семян (дл. 3,5±0,7 мм; шир. 2,6±0,5 мм).

Отметим, что, согласно данным С.А. Мамаева и П.П. Попова (1989), оценка изменчивости размеров шишек в направлении с юга на север показывает существование того же градиента, что и у изменчивости размеров хвои. При продвижении с юга на север уменьшаются как размеры хвои, так и размеры шишек. По нашим данным, размеры хвои в Ямском рефугиуме соответствуют средним размерам хвои в среднетаежной зоне, а размеры шишек и качество семян такие же, как в предтундровых лесах, т.е. в экстремальных местонахождениях.

В заключение выражаем огромную благодарность Г.П. Балагурову, оказавшему неоценимую помощь при сборе материалов, и учащимся эколого-биологического лицея г. Магадана И.Г. Бабиковой, В.Ю. Смирновой, Ю.Р. Устиновой, активно участвовавшим в камеральной обработке материалов.

Литература

Беркутенко А.Н. Редкие растения Магаданской области. Магадан, 1987. 74 с.

Беркутенко А.Н., Докучаева В.Б., Полежаев А.Н. Флора и растительность заповедника «Магаданский». Вып. 1. Североохотская часть. Магадан, 1989. 57 с.

Васильев В.Н. Эндемы охотской флоры // Юбилейный сборник, посвященный В.Л. Комарову. М.; Л., 1939. С. 29–32.

Васильев В.Н. Сибирская ель (Picea obovata Ldb.) на севере Охотского побережья // Изв. Всесоюзн. географич. общества. 1945. Т. 77. Вып. 5. С. 293–298.

Говорин Г.М. Изменчивость ели сибирской в бассейне Енисея // Лесоведение. 1992. № 5. С. 56–59.

Кузнецова М.Г., Мочалова О.А. О новых местонахождениях ели сибирской на юге Магаданской области // Тез. докл. 2-й Российской конф.: Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Красноярск, 1996. С. 74–75.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1990. 352 с.

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М., 1972. 282 с.

Мамаев С.А., Попов П.П. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций). М., 1989. 104 с.

Мочалова О.А. О новом местонахождении ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) на Крайнем Северо-Востоке Азии // Бот. журн. 1996. Т. 81, № 12. С. 127–133.

Науменко З.В. Picea obovata Ldb. на крайнем северо-восточном пределе ареала // Бот. журн. 1964. Т. 49. № 7. С. 1008–1013.

Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М., 1975. 175 с.

Розенберг В.А., Дюкарев В.Н. Ель сибирская в заповеднике «Магаданский» и задачи ее изучения // Современное состояние и перспективы научных исследований в заповедниках Сибири. Тез. докл. Всесоюз. совещания. Новосибирск; М., 1986. С. 102–104.

Стариков Г.Ф. Леса Магаданской области. Магадан, 1958. 222 с.

Хохряков А.П. Убежища мезофильных реликтовых элементов флоры на севере Охотского побережья и в бассейне верхнего течения Колымы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84. Вып. 6. С. 84–97.

Хохряков А.П. Анализ флоры Колымского нагорья. М., 1989. 152 с.

Штаткаускас А.В., Волобуева Н.Г. Фитоценотические и почвенные особенности сообществ ели сибирской на Северо-Восточном пределе ее ареала // Биологические проблемы Севера: Тез. X Всесоюзн. симпоз. Магадан, 1983. Ч. 1. С. 171–172.

Berkutenko A. Dendroflora of Magadan Region // Managing Forests to Meet Peoples' Needs. Proceedings of the 1994 Society of American Foresters, Anchorage. Bethesda, 1995. P. 448–452.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

АНАЛИЗ БРИОФЛОРЫ ЮГО-ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Л. Борисенко, Е.Я. Мульдияров, Е.Д. Лапшина
Томский государственный университет, НИИ биологии и биофизики при ТГУ, г. Томск
alb@ecos.tsu.ru; ed@ecos.tsu.ru

В составе растительного покрова Западной Сибири моховидные (бриофиты) занимают достаточно заметное место. По данным Л.В. Бардунова (1992), каждый шестой вид высших растений Сибири является печеночным или листостебельным мхом. В сложении многих растительных сообществ таежной и тундровой зон моховидные играют значительную фитоценотическую роль, нередко выступая в качестве доминантов и эдификаторов. Учитывая, что для получения детального представления о биоразнообразии и структуре растительного покрова любой территории необходим возможно полный учет всех составных компонентов фитоценозов (сосудистые, моховидные, низшие растения), становится понятной и очевидной необходимость пристального исследования бриофитов. Тем не менее в настоящее время флористическое изучение моховидных Сибири существенно отстает от исследования флоры сосудистых растений. В Сибири моховидные по-прежнему остаются слабоизученной группой растений, а данные о распространении видов печеночников и мхов и их роли в сложении растительных сообществ весьма неполны и часто противоречивы. Для некоторых регионов Сибири сведения о бриофитах практически отсутствуют. На этом фоне территория Томской области в отношении бриологической изученности выглядит гораздо благополучнее.

Первые сведения о мхах Томской области мы находим в геоботанических работах Н.И. Кузнецова (1915а, 1915б). Для средней части бывшей Томской губернии (Нарымский край) он приводит 8 видов сфагновых и 36 видов бриевых лесных и болотных мхов.

Однако начало планомерного изучения бриофлоры Томской области связано с именем основоположника томской ботанической школы П.Н. Крылова. Он начал производить сборы моховидных в 1886 г., то есть уже на следующий год после своего приезда в Томск в 1885 г. Кроме того, П.Н. Крылов бережно сохранял и накапливал сборы мхов других исследователей, работавших на Алтае и юге Западной Сибири. Сам Порфирий Никитич определений мхов не проводил, свои коллекции он передал для обработки авторитетнейшему финскому бриологу В.Ф. Бротерусу. Часть гербарных материалов была определена Й. Подперой, о чем свидетельствуют сделанные его рукой надписи на этикетках некоторых образцов, хранящихся в Гербарии имени П.Н. Крылова Томского университета. По результатам обработки этих коллекций П.Н. Крылов опубликовал в «Известиях Томского университета» 1925 г. большую статью «Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губернии. Листостебельные мхи». Статья содержит сведения о 304 видах листостебельных мхов (26 сфагнов и 248 видов зеленых мхов), для каждого вида приводятся конкретные местонахождения и краткая экологическая характеристика. Для территории Томской области в современных границах в статье указаны 148 видов листостебельных мхов, причем некоторые из них впоследствии на территории Томской области больше не регистрировались. Долгое время «Материалы…» служили единственным подробным источником информации о мхах юго-востока Западной Сибири.

В последующие полвека указания на распространение в Томской области некоторых видов мхов (в основном широко распространенных, обильных и фитоценотически значимых) встречаются в работах геоботаников: М.К. Барышникова (1929), А.Я. Бронзова (1930, 1936), Л.В. Шумиловой (1951), Ю.А. Львова (1959), Г.М. Платонова (1963), Г.Г. Яснопольской (1965), А.А. Храмова и В.И. Валуцкого (1977).

Заметно активизировались бриологические изыскания на территории Томской области с начала 70-х гг. XX в. Это связано прежде всего с именами Л.А. Косачевой, Ю.А. Львова и Е.Я. Мульдиярова.

Свои исследования листостебельных мхов Л.А. Косачева проводила в Среднем Приобье (главным образом, в бассейне р. Чая) и посвятила их не только выявлению флоры мхов (Косачева, 1970, 1974), но и изучению их экологической продуктивности (Косачева, 1977). На основании личных сборов, просмотра гербарных материалов, хранящихся в Отделе низших растений БИНа имени В.Л. Комарова, и учета литературных данных Л.А. Косачева (1974) приводит для Среднего Приобья 174 вида листостебельных мхов, из них 32 вида указываются Л.А. Косачевой для этой территории впервые.

Ю.А. Львов, будучи болотоведом, наибольший интерес проявлял к сфагновым мхам, причем не только к их видовому составу, но и к экологии этой группы растений (Львов, 1973). Ю.А. Львов разработал «Краткий определитель сфагновых мхов Томской области» (34 страницы машинописного текста), в который включены 27 видов рода *Sphagnum*. К сожалению, этот определитель остался неопубликованным.

С начала 70-х гг. в ходе комплексных геоботанических экспедиций сотрудниками лаборатории биогеоценологии НИИББ под руководством Ю.А. Львова проводились массовые сборы моховидных и их последующая обработка. Основная работа по определению мхов проводилась Е.Я. Мульдияровым, который в 1979 г. опубликовал свою первую бриологическую работу «К характеристике бриофлоры Томского Причулымья». В этой

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

статье обобщены материалы по листостебельным мхам Причулымья, полученные во время геоботанических экспедиций 1969–1975 гг. Кроме списка видов, включающего 137 видов мхов, автором приводятся сведения об их эколого-фитоценотическом распределении.

В 1982 г. в «Ботаническом журнале» опубликована статья В.И. Валуцкого «К экологии печеночных мхов на верховых болотах Васюганья». В приложении к диссертации Е.Д. Лапшиной (1987), посвященной изучению структуры и динамики болот поймы р. Оби, были приведены 14 новых для Томской области видов листостебельных мхов.

Обобщением обработанных гербарных материалов по листостебельным мхам Томской области стал опубликованный в 1990 г. Е.Я. Мульдияровым «Определитель листостебельных мхов Томской области». «Определитель ...» включает 220 видов мхов из 87 родов и 34 семейств. Помимо характеристики анатомии и морфологии в нем приводятся сведения об экологии, распространении и фитоценотической приуроченности видов.

Публикация «Определителя...» не только подвела определенный итог под многолетними исследованиями, но и в значительной мере усилила интерес к этой группе растений. В течение 90-х гг. продолжилось активное накопление гербарных материалов, их обработка и публикация сведений о новых для Томской области видах мхов и печеночников (Мульдияров, Пяк, Эбель, 1996; Мульдияров, Борисенко, 1998; Мульдияров, Лапшина, 1998; Lapshina, Muldiyarov, 1998). Возникла настоятельная необходимость в проведении тщательной ревизии накопленных материалов и обобщении полученных сведений.

Все это побудило нас спустя всего 10 лет после публикации «Определителя листостебельных мхов Томской области» выполнить настоящее исследование. Работа проводилась в основном на территории юго-восточных районов Томской области, общая площадь которых составляет более 52 тыс. км^2. Рассматриваемый регион представляет собой Обь-Чулымское междуречье с прилегающими к нему территориями. Это огромный географический экотоп между Западно-Сибирской равниной и предгорными районами Алтае-Саянской горной страны.

1. Таксономический анализ

При изучении структуры и определении специфики флоры моховидных юго-восточных районов Томской области как исторически сложившегося территориально обособленного флористического комплекса особое значение имеет таксономический анализ.

В результате собственных исследований, критического просмотра, определения и частичного переопределения коллекций моховидных, хранящихся в лаборатории биогеоценологии НИИББ и на кафедре ботаники ТГУ, а также анализа литературных данных в составе бриофлоры юго-востока Томской области выявлено 276 видов моховидных, которые относятся к двум классам и четырем подклассам отдела Bryophyta (табл. 1).

Печеночники (класс *Marchantiopsida*) представлены двумя подклассами: *Jungermanniidae* (48 видов, 25 родов, 16 семейств) и *Marchantiidae* (6 видов, 4 рода, 3 семейства). Листостебельные мхи (класс *Bryopsida*) также включают представителей двух подклассов: *Sphagnidae* (24 вида рода *Sphagnum* из монотипного семейства *Sphagnaceae*) и *Bryidae* (198 видов, относящихся к 94 родам и 33 семействам).

На долю десяти ведущих по числу видов семейств приходится в целом 181 вид, что составляет 65,57% всего разнообразия моховидных юго-востока Томской области. Среднее число видов в семействе – 5,20. К числу ведущих по числу видов семейств относятся *Amblystegiaceae* (35 видов, или 12,68% флоры), *Sphagnaceae* (24, 8,69), *Brachytheciaceae* и *Bryaceae* (по 20 видов, или 7,24%), *Dicranaceae* (18, 6,52), *Pottiaceae* (17, 6,15), *Jungermanniaceae* (13, 4,71), *Hypnaceae* и *Mniaceae* (по 12, или 4,34%), *Polytrichaceae* (10, 3,62). Семейство *Ditrichaceae* представлено в бриофлоре юго-востока Томской области 6 видами, *Cephaloziaceae* и *Hylocomiaceae* – 5 видами каждое, 6 семейств включают по 4 вида (*Calypogeiaceae*, *Fissidentaceae*, *Geocalycaceae*, *Ricciaceae*, *Scapaniaceae*, *Thuidiaceae*), еще 6 семейств – по 3 вида (*Aneuraceae*, *Helodiaceae*, *Leskeaceae*, *Meesiaceae*, *Pelliaceae*, *Plagiotheciaceae*). По 2 вида содержат 9 семейств (*Cephaloziellaceae*, *Funariaceae*, *Grimmiaceae*, *Jubulaceae*, *Neckeraceae*, *Orthotrichaceae*, *Ptilidiaceae*, *Theliaceae*, *Timmiaceae*); остальные 19 семейств представлены каждое одним видом.

Семейственно-видовой спектр бриофлоры юго-востока Томской области является ярким показателем ее характерных особенностей. Так, лидирующие позиции семейств *Amblystegiaceae*, *Brachytheciaceae*, *Bryaceae*, *Dicranaceae*, *Mniaceae*, *Polytrichaceae* и *Sphagnaceae* являются отражением зонального положения изучаемой территории, поскольку большинство из них характеризуется как бореальные и гемибореальные. Абсолютное первенство семейств *Amblys-tegiaceae* и *Sphagnaceae*, большинство представителей которых характеризуется как влаголюбивые и обычно приурочено к переувлажненным ландшафтам (прежде всего болотным), отражает экологические особенности изучаемого региона. Достаточно высокое положение семейств *Hypnaceae* и *Jungermanniaceae* в семейственно-видовом спектре свидетельствует о близости региона к горным странам Южной Сибири и подчеркивает наличие флористических связей с ними. Значительный вклад в видовое разнообразие семейства *Pottiaceae*, преимущественно аридного по характеру своих представителей, становится легко объяснимым, если учесть, что большинство видов этого семейства является редкими (*Aloina*, *Phascum*, *Pottia*, *Pterygoneurum*, *Tortella*, *Tortula*, *Weissia*) и встречается почти исключительно на остепненных участках

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Систематический состав бриофлоры юго-востока Томской области

Семейство	Количество		Род и число видов в нем
	родов	видов	
Класс *Marchantiopsida*			
Подкласс *Jungermanniidae*			
Pelliaceae	1	3	*Pellia* (3)
Blasiaceae	1	1	*Blasia* (1)
Aneuraceae	2	3	*Aneura* (1), *Riccardia* (2)
Trichocoleaceae	1	1	*Blepharostoma* (1)
Jungermanniaceae	7	13	*Crossogyna* (1), *Leiocolea* (1), *Liochlaena* (1), *Lophozia* (4), *Mylia* (1), *Orthocaulis* (3), *Tritomaria* (2)
Scapaniaceae	1	4	*Scapania* (4)
Geocalycaceae	2	4	*Chiloscyphus* (2), *Lophocolea* (2)
Plagiochilaceae	1	1	*Plagiochila* (1)
Arneliaceae	1	1	*Arnellia* (1)
Lepidoziaceae	1	1	*Lepidozia* (1)
Calypogeiaceae	1	4	*Calypogeia* (4)
Cephaloziaceae	2	5	*Cephalozia* (4), *Cladopodiella* (1)
Cephaloziellaceae	1	2	*Cephaloziella* (2)
Ptilidiaceae	1	2	*Ptilidium* (2)
Jubulaceae	1	2	*Frullania* (2)
Radulaceae	1	1	*Radula* (1)
Подкласс *Marchantiidae*			
Conocephalaceae	1	1	*Conocephalum* (1)
Marchantiaceae	1	1	*Marchantia* (1)
Ricciaceae	2	4	*Riccia* (3), *Ricciocarpus* (1)
Класс Bryopsida			
Подкласс *Sphagnidae*			
Sphagnaceae	1	24	*Sphagnum* (24)
Подкласс *Bryidae*			
Tetraphidaceae	1	1	*Tetraphis* (1)
Polytrichaceae	3	10	*Atrichum* (3), *Pogonatum* (1), *Polytrichum* (6)
Funariaceae	2	2	*Funaria* (1), *Physcomitrium* (1)
Splachnaceae	1	1	*Splachnum* (1)
Buxbaumiaceae	1	1	*Buxbaumia* (1)
Encalyptaceae	1	1	*Encalypta* (1)
Pottiaceae	10	17	*Aloina* (2), *Barbula* (2), *Bryoerythrophyllum* (1), *Didymodon* (4), *Phascum* (1), *Pottia* (2), *Pterygoneurum* (1), *Tortella* (1), *Tortula* (1), *Weissia* (2)
Grimmiaceae	2	2	*Racomitrium* (1), *Schistidium* (1)
Fissidentaceae	1	4	*Fissidens* (4)
Orthotrichaceae	1	2	*Orthotrichum* (2)
Ditrichaceae	3	6	*Ceratodon* (1), *Distichium* (2), *Ditrichum* (3)
Dicranaceae	4	18	*Dicranella* (6), *Dicranum* (8), *Oncophorus* (2), *Orthodicranum* (2)
Schistostegaceae	1	1	*Schistostega* (1)
Bryaceae	4	20	*Bryum* (12), *Leptobryum* (1), *Pohlia* (6), *Rhodobryum* (1)
Mniaceae	4	12	*Mnium* (3), *Plagiomnium* (6), *Pseudobryum* (1), *Rhizomnium* (2)
Aulacomniaceae	1	1	*Aulacomnium* (1)
Meesiaceae	2	3	*Meesia* (2), *Paludella* (1)
Timmiaceae	1	2	*Timmia* (2)
Fontinaliaceae	1	1	*Fontinalis* (1)
Climaciaceae	1	1	*Climacium* (1)
Neckeraceae	2	2	*Homalia* (1), *Neckera* (1)
Myriniaceae	1	1	*Myrinia* (1)
Theliaceae	1	2	*Myurella* (2)
Leskeaceae	3	3	*Leskea* (1), *Leskeella* (1), *Pseudoleskeella* (1)
Thuidiaceae	3	4	*Abietinella* (1), *Heterocladium* (1), *Thuidium* (2)
Helodiaceae	2	3	*Helodium* (2), *Palustriella* (1)
Cratoneuraceae	1	1	*Cratoneron* (1)
Amblystegiaceae	16	35	*Amblystegium* (3), *Calliergon* (4), *Calliergonella* (1), *Campylium* (7), *Conardia* (1), *Drepanocladus* (4), *Hamatocaulis* (2), *Hygroamblystegium* (1), *Hygrohypnum* (2), *Leptodictium* (2), *Limprichtia* (1), *Pseudocalliergon* (1), *Sanionia* (1), *Sarmentypnum* (1), *Scorpidium* (1), *Warnstorfia* (3)
Brachytheciaceae	6	20	*Brachythecium* (14), *Bryhnia* (1), *Cirriphylum* (1), *Eurhynchium* (2), *Myuroclada* (1), *Tomentypnum* (1)
Plagiotheciaceae	1	3	*Plagiothecium* (3)
Hypnaceae	8	12	*Callicladium* (1), *Herzogiella* (1), *Hypnum* (4), *Isopterygiopsis* (1), *Platydictya* (1), *Platygyrium* (1), *Ptilium* (1), *Pylaisiella* (2)
Hylocomiaceae	4	5	*Hylocomiastrum* (1), *Hylocomium* (1), *Pleurozium* (1), *Rhytidiadelphus* (2)
Rhytidiaceae	1	1	*Rhytidium* (1)

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

вдоль обрывистого берегового склона р. Томь к югу от г. Томска. Таким образом, высокий уровень видового и родового разнообразия семейства *Pottiaceae* в бриофлоре юго-востока Томской области характеризует не аридность климата области, а контрастность условий местообитаний, обусловленную высоким ландшафтным разнообразием изучаемой территории.

Наиболее крупные роды бриофлоры юго-востока Томской области (*Sphagnum* – 24 вида, или 8,69%, *Brachythecium* – 14, 5,07; *Bryum* – 12, 4,34; *Dicranum* – 8, 2,89; *Campylium* – 7, 2,53; *Dicranella*, *Plagiomnium*, *Pohlia*, *Polytrichum* – по 6 видов, или 2,17%) характерны для бореальной зоны в целом, а их набор является закономерным отражением географического положения рассматриваемой территории, а также особенностей экологических условий региона (в частности, абсолютное лидерство рода *Sphagnum* подчеркивает широкое распространение болотных местообитаний). В целом на долю 9 ведущих родов приходится 89 видов (32,24% от численности видов бриофлоры). Еще 9 родов содержат по 4 вида (*Calliergon*, *Calypogeia*, *Cephalozia*, *Didymodon*, *Drepanocladus*, *Fissidens*, *Hypnum*, *Lophozia*, *Scapania*); по 3 вида приходится на каждый из 8 родов (*Ambly-stegium*, *Atrichum*, *Ditrichum*, *Mnium*, *Orthocaulis*, *Pellia*, *Riccia*, *Warnstorfia*); 28 родов содержат по 2 вида, а остальные 70 родов – по 1 виду. Среднее число видов в роде составляет 2,22, что является показателем аллохтонного характера изучаемой бриофлоры.

2. Географический анализ

Географический анализ является одним из важнейших видов анализа флоры, позволяющим лучше понять ее структуру, особенности и историю формирования флоры. При проведении географического анализа видов применительно к моховидным могут быть использованы два основных подхода (Игнатов, 1995):

1) анализ распространения видов как конфигураций их ареалов – ареалогический или хорологический анализ;

2) анализ приуроченности видов к определенной природной зоне – зонально-генетический анализ.

Первый подход широко применяется зарубежными исследователями (американскими, европейскими, японскими бриологами), в работах же отечественных бриологов традиционно используется зонально-генетический метод анализа, разработанный А.С. Лазаренко (1944, 1956) и его последователями. Эти подходы не противоречат друг другу, хотя и основаны на разных принципах выделения географических элементов: ареалогический анализ рассматривает территориальное распределение видов (по поверхности Земли), а зонально-генетический – их широтно-зональную и вертикально-поясную (в соответствии с природными зонами и поясами) приуроченность. Некоторые отечественные бриологи совмещают эти подходы, рассматривая типы ареалов в качестве субэлементов (долготных секторов) зонально-генетических элементов (Рыковский, 1980; Мордвинов, 1993; Иванова, 1998; Кривошапкин, 1998). Нам представляется более правильным использовать независимо оба подхода, а затем сопоставить полученные результаты.

2.1. Ареалогический анализ

При проведении ареалогического анализа бриофлоры юго-востока Томской области нами были выделены следующие типы ареалов: космополитный (К), биполярный (БП), голарктический (Г), евразиатский (ЕАз), азиатский (Аз) и азиатско-североамериканский (АзСАм). Как и в других бореальных бриофлорах, в бриофлоре юго-востока Томской области абсолютно преобладают широко распространенные виды (рис. 1). Голарктические виды составляют более 51% бриофлоры, биполярных видов – 38,76%, космополитов – 5,43%. В то же время евразиатские, азиатские и азиатско-североамериканские виды в сумме составляют менее 5%.

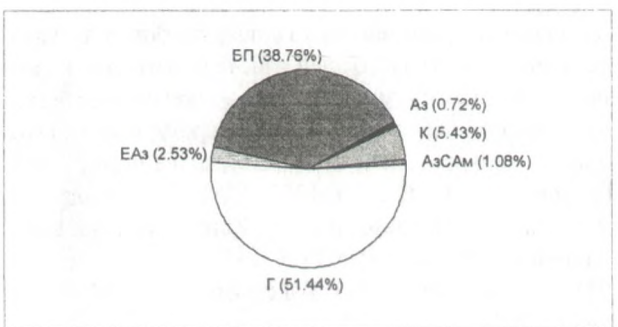


Рис. 1. Соотношение видов с разными типами ареалов в бриофлоре юго-востока Томской области (обозначения типов ареалов приводятся в тексте)

2.2. Зонально-генетический анализ

При проведении зонально-генетического анализа бриофлоры юго-востока Томской области нами за основу взята система географических элементов, впервые предложенная и разработанная А.С. Лазаренко (1944, 1956) на примере флоры мхов Дальнего Востока. Данная система основана на зональном принципе, при этом географический элемент представляет собой, по А.С. Лазаренко (1956), «совокупность видов, имеющих общую зональную приуроченность и общее происхождение». Таким образом, выделяемые им элементы отражают определенный этап развития флоры, а следовательно, могут рассматриваться не только как зонально-географические, но одновременно и как генетические, что составляет одно из главных достоинств данного подхода (Бардунов, 1974). В последующие годы эта схема активно использовалась отечественными бриологами, а по мере накопления фактических материалов она до-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

полнялась и уточнялась (Бардунов, 1974; Игнатов, 1995; Бардунов, Маматкулов, 1991). Мы принимаем ее в следующем объеме: арктический (Аркт), гипоарктический (ГА), бореальный (Б), гемибореальный (ГБ), неморальный (Н), аридный (Арид) элементы. Кроме того, нами выделена группа видов с неясной зональной приуроченностью (НЗП). Эти виды очень широко распространены во многих природных зонах, поэтому в настоящий момент для них невозможно однозначно определить зональную приуроченность, а тем более генетическую принадлежность к какой-то одной природной зоне.

Отнесение многих видов моховидных к тому или иному зонально-генетическому элементу весьма затруднительно, так как большинство бриофитов встречаются не в одной, а в нескольких (иногда многих) природных зонах. А.С. Лазаренко (1956) писал: «...полизонально распространенные виды имеют в своем распространении или следы прежней зональности, которые нужно разгадать, либо зарождающуюся будущую зональность, которую следует предвидеть» (с. 35). Возникает необходимость максимально полного анализа не только распространения вида, но и его активности в пределах каждой зоны, что принимается во внимание большинством исследователей. В настоящей работе при отнесении видов моховидных к тому или иному зонально-генетическому элементу использовались литературные данные (Савич, Ладыженская, 1936; Абрамова и др., 1961; Шляков, 1961, 1976, 1979, 1980, 1981, 1982; Бардунов, 1974; Рыковский, 1980; Шляков, Константинова, 1982; Гудошников, 1986; Frahm, Frey, 1987; Хмелев, Попова, 1988; Игнатов, 1993, 1995; Константинова, 1997; Писаренко, 1997).

Абсолютное преобладание бореального элемента (49,27%) в бриофлоре юго-востока Томской области является наиболее ярким показателем ее бореального характера (рис. 2). Южное в пределах бореально-таежной зоны положение рассматриваемой территории находит отражение в значительном вкладе в видовое разнообразие бриофлоры гемибореального (13,04%) и неморального (11,95%) элементов. В настоящий геологический период территориально удаленные от изучаемого региона арктическая и гипоарктическая флоры представлены в бриофлоре юго-востока Томской области небольшим (2,53 и 5,79% соответственно) числом видов реликтового характера.

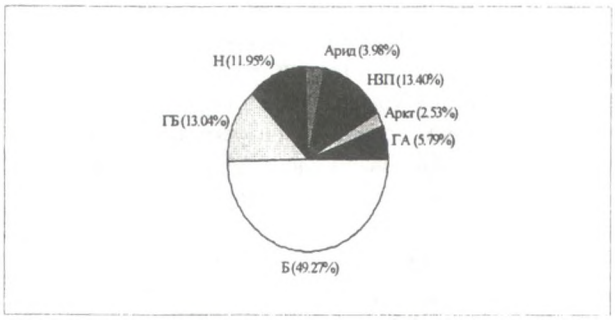


Рис. 2. Соотношение зонально-генетических элементов в бриофлоре юго-востока Томской области (обозначения зонально-генетических элементов приводятся в тексте)

Результаты сопряженного географического анализа приведены в табл. 2. Практически среди всех зонально-генетических элементов преобладают голарктические виды при значительном участии видов с биполярным типом ареала. Наиболее разнообразный набор типов ареалов характерен для неморальных видов и видов с неясной зональной приуроченностью, причем гетерогенность группы видов с неясной зональной приуроченностью следует из определения группы, а разнообразие ареалов неморальных видов обусловлено раздробленностью самой неморальной зоны.

3. Экологический анализ

3.1. Отношение моховидных к увлажнению экотопа

Важнейшим экологическим фактором, лимитирующим распространение и определяющим жизнедеятельность моховидных, является водный режим местообитания (Ignatov, 1993). Ранжируя виды моховидных по отношению к увлажнению экотопа, было выделено 4 основных и 6 переходных между ними экологических групп: ксерофиты (К), мезоксерофиты (МК), ксеромезофиты (КМ), мезофиты (М), гигромезофиты (ГгМ), мезогигрофиты (МГг), гигрофиты (Гг), гидрогигрофиты (ГдГг), гигрогидрофиты (ГгГд), гидрофиты (Гд). Подобные системы экологических групп по фактору ув-

Таблица 2

Географический анализ бриофлоры юго-востока Томской области

ТА→ ЗГЭ↓	К	БП	Г	ЕАз	АзСАм	Аз	Всего
Аркт		1	5	1			7
ГА		5	11				16
Б	1	55	80				136
ГБ		18	17			1	36
Н		10	16	4	2	1	33
Арид		3	7	1			11
НЗП	14	15	6	1	1		37
Всего	15	107	142	7	3	2	276

Примечание. В таблице показано абсолютное число видов каждого элемента. Обозначения типов ареала и зонально-генетических элементов приводятся в тексте.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 3

Экологический анализ зонально-генетических элементов бриофлоры юго-востока Томской области

У → ЗГЭ↓	К	МК	КМ	М	ГгМ	МГг	Гг	ГдГг	ГгГд	Гд	Всего
Аркт						1	2	1	3		7
ГА				2	2		5	4	3		16
Б			8	28	21	19	34	14	12		136
ГБ		2	4	15	8	3	3	1			36
Н		1	4	11	10	3	4				33
Арид		8	2	1							11
НЗП		6	9	5	7	2	3	1	1	3	37
Всего	0	17	27	62	48	28	51	21	19	3	276

Примечание. В таблице показано абсолютное число видов каждого элемента. Обозначения зонально-генетических элементов (ЗГЭ) и экологических групп по фактору увлажнения (У) приводятся в тексте.

лажнения широко используются в бриологической литературе (Савич, Ладыженская, 1936; Абрамова и др., 1961; Бардунов, 1961, 1965, 1969, 1974; Шляков, 1976, 1979, 1980, 1981, 1982; Рыковский, 1980; Шляков, Константинова, 1982; Хмелев, Попова, 1988; Мульдияров, 1990; Мордвинов, 1993; Константинова, 1997; Писаренко, 1997; Frahm, Frey, 1987). Отнесение видов моховидных к определенной экологической группе основано на обширном литературном материале, а в спорных случаях учитывались собственные данные по частоте встречаемости вида в условиях того или иного увлажнения, а также по его обилию и жизненному состоянию в данных условиях (табл. 3). Таким образом, каждый вид относился к определенной экологической группе по его экологическому оптимуму, а широта экологической амплитуды при этом не учитывалась.

Характер экологического спектра бриофлоры юго-востока Томской области является наглядной иллюстрацией существующих на изучаемой территории природных условий (табл. 4). Большинство местообитаний в хвойных, смешанных и лиственных лесах, а также на луговых участках характеризуется как среднеувлажненные, что отражается на лидирующих позициях мезофильных видов (на долю КМ, М и ГгМ в целом приходится почти 50% всего видового разнообразия). В то же время широкое распространение переувлажненных ландшафтов (прежде всего болотных) приводит к появлению второй вершины спектра, которую занимают гигрофиты (в целом на долю МГг, Гг и ГдГг приходится более 36% видов). Гидрофильная часть спектра (ГгГд и Гд в целом составляют более 7% бриофлоры) лишь незначительно превышает ксерофильную его часть (МК дают около 6% видового разнообразия бриофлоры), что свидетельствует о разнообразии местообитаний и контрастности экологических условий на юго-востоке Томской области, где нередко соседствуют остепненные участки, занятые МК и КМ, а также выходы грунтовых вод и небольшие ручейки, создающие условия для поселения ГдГг, ГгГд и Гд.

В результате экологического анализа зонально-генетических элементов по фактору увлажнения установлено, что большинство видов каждого элемента соответствует экологическим условиям, характерным для соответствующей зоны или пояса (см. табл. 3). Так, представители арктической и гипоарктической флор тяготеют к гигро- и гидрофильным условиям, которые складываются в регионах с холодным климатом под влиянием превышения количества осадков над испарением. Бореальные виды осваивают разнообразные условия местообитаний: от недостаточно (КМ) до избыточно (ГгГд) увлажненных. Среди гемибореальных и неморальных видов происходит некоторое сокращение гигро- и особенно гидрофильных представителей, в группе аридных видов уже абсолютно доминируют сухолюбивые МК. Виды с неясной зональной приуроченностью характеризуются самым широким экологическим спектром (от МК до Гд), что обусловлено гетерогенным характером самой группы.

Таблица 4

Соотношение экологических групп по факторам увлажнения и трофности в бриофлоре юго-востока Томской области

У → ЗГЭ↓	К	МК	КМ	М	ГгМ	МГг	Гг	ГдГг	ГгГд	Гд	Всего
О		1		1		1	2	1	1		7
МО		4	5	10	4	1	11	3	3		41
М		1	15	43	24	7	7	3	4		104
МЭ		11	7	6	11	9	13	7	3	1	68
Э				2	9	10	18	7	8	2	56
Всего	0	17	27	62	48	28	51	21	19	3	276

Примечание. В таблице показано абсолютное число видов каждой экологической группы. Обозначения экологических групп по факторам увлажнения и трофности приводятся в тексте.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

3.2. Отношение моховидных к трофности субстрата

Одним из главных факторов, влияющих на произрастание моховидных, является трофность субстрата, то есть степень его обеспеченности доступными элементами минерального питания. Занимаемые моховидными экотопы образуют непрерывный ряд от очень бедных (олиготрофных) до хорошо обеспеченных (эвтрофных). По требовательности к суммарному содержанию в почве или ином субстрате минеральных питательных веществ обычно выделяют 5 экологических групп растений: олиготрофы (О), мезоолиготрофы (МО), мезотрофы (М), мезоэвтрофы (МЭ), эвтрофы (Э).

Среди моховидных юго-востока Томской области преобладают мезотрофные виды (37,68%), причем подавляющее их большинство обладает широкой экологической амплитудой по фактору трофности, что позволяет им осваивать не только собственно мезотрофные местообитания, но и встречаться в мезоолиготрофных и особенно мезоэвтрофных условиях местообитаний. Мезоэвтрофные виды составляют почти четверть (24,63%) всего видового состава, а эвтрофные виды – его пятую часть (20,28%). Нетребовательных к условиям минерального питания олиготрофных видов всего 2,53%, а мезоолиготрофных – 14,85% всей бриофлоры. Впрочем, небольшое видовое разнообразие этих групп не умаляет их фитоценотической роли, поскольку некоторые олиготрофные и мезоолиготрофные виды нередко являются доминантами и субдоминантами соответствующих растительных сообществ. Так, в сложении напочвенного яруса верховых болот, занимающих обширные водораздельные пространства, активно участвуют мезоолиготрофные *Sphagnum angustifolium*, *S. capillifolium*, *S. fallax*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. russowii*, а также олиготрофные *S. balticum*, *S. fuscum*, *S. rubellum*. Некоторые мезоолиготрофные лесные виды могут являться доминантами и субдоминантами мохового яруса сосновых и смешанных лесов: *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum juniperinum*, *Ptilium crista-castrensis*.

Проведя сопряженный экологический анализ бриофлоры юго-востока Томской области по факторам увлажнения и трофности (см. табл. 4), мы выявили наиболее крупные группы экологически близких видов. Так, от 10 до 24 видов насчитывают мезоолиготрофные М и Гг, мезотрофные КМ и ГгМ, мезоэвтрофные МК, ГгМ и Гг, а также эвтрофные МГг и Гг. Однако самую многочисленную группу составляют мезотрофные мезофиты (43 вида, или 15,57% всей бриофлоры). К их числу относятся многие широко распространенные и часто встречающиеся лесные виды: *Amblystegium serpens*, *Brachythecium o edipodium*, *B. salebrosum*, *B. starkei*, *Callicladium haldanianum*, *Campylium sommerfeltii*, *Dicranum fragilifolium*, *D. fuscescens*, *Plagiothecium laetum*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Sanionia uncinata*, *Tetraphis pellucida*. Некоторые из этих видов не только осваивают типичные для них местообитания, но и занимают разнообразные экотопы антропогенного происхождения, наиболее характерные для городских и пригородных территорий. Таковы, например, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium oedipodium*, *B. salebrosum*, *Sanionia uncinata* (Борисенко, 2001). Таким образом, мезотрофные мезофиты представляют собой экологически активное ядро бриофлоры юго-востока Томской области.

Литература

Абрамова А.Л., Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 715 с.
Базанов В.А. Болота бассейна реки Кети // Новые данные о природе Сибири. Томск, 1980. С. 96–103.
Бардунов Л.В. Листостебельные мхи побережий и гор Северного Байкала // Труды Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР. Иркутск, 1961. Вып. 42. 120 с.
Бардунов Л.В. Листостебельные мхи Восточного Саяна. М.; Л.: Наука, 1965. 160 с.
Бардунов Л.В. Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири. М.; Л., 1969. 329 с.
Бардунов Л.В. Листостебельные мхи Алтая и Саян. Новосибирск, 1974. 168 с.
Бардунов Л.В. Очерк бриофлоры Сибири. Новосибирск, 1992. 96 с.
Бардунов Л.В., Маматкулов У.К. Географо-генетические элементы бриофлоры СССР // Бриология в СССР, ее достижения и перспективы. Львов, 1991. С. 23–26.
Барышников М.К. Осоково-гипновые болота Западного Васюганья // Бюллетень Института лугов и болотной культуры. 1929. № 2. С. 1–38.
Борисенко А.Л. Бриофлора г. Северска как показатель экологического состояния территории // Экологические проблемы и пути их решения: Сборник научных трудов аспирантов и студентов. Томск, 2001. С. 90–106.
Бронзов А.Я. Верховые болота Нарымского края (бассейн р. Васюган). М., 1930. 100 с.
Бронзов А.Я. Гипновые болота на южной окраине западносибирской равнинной тайги // Почвоведение. 1936. № 2. С. 224–245.
Валуцкий В.И. К экологии печеночных мхов на верховых болотах Васюганья // Ботанический журнал. 1982. Т. 67, № 4. С. 447–454.
Гудошников С.В. Флора листостебельных мхов черневого подпояса южных гор Сибири и проблема происхождения черневой тайги. Томск, 1986. 190 с.
Иванова Е.И. Листостебельные мхи южной Якутии (Алдано-Учурское междуречье): Автореф. дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 1998. 17 с.
Игнатов М.С. Бриофлора Алтая и бриогеография Северной Палеарктики: Автореф. дис... докт. биол. наук. М., 1995. 24 с.
Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1. С. 1–85.
Константинова Н.А. Печеночники Кандалакшского заповедника (острова и побережье Белого моря). Апатиты, 1997. 46 с.
Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников и антоцеротовых территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1. С. 87–127.
Косачева Л.А. Эпифитная флора мхов Среднего Приобья (бассейн р. Чаи) // Ученые записки Омского пед. ин-та. Омск, 1970. Вып. 58. С. 81–88.
Косачева Л.А. Листостебельные мхи Среднего Приобья // Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1974. Т. 11. С. 338–350.
Косачева Л.А. Мхи Среднего Приобья и их экологическая продуктивность: Автореф. дис... канд. биол. наук. Владивосток, 1977. 20 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Кривошапкин К.К. Листостебельные мхи юго-западной Якутии: Автореф. дис… канд. биол. наук. СПб., 1998. 18 с.
Крылов П.Н. Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губернии. I. Листостебельные мхи // Известия Томского ун-та. 1925. Т. 75. С. 1–48.
Кузнецов Н.И. Очерк растительности Нарымского края Томской губернии. Петроград, 1915а. 26 с.
Кузнецов Н.И. О болотах Нарымского края Томской губернии // Болотоведение. 1915б. № 1. С. 1–24.
Лазаренко А.С. Неморальный элемент бриофлоры Советского Дальнего Востока // Сов. бот. 1944. № 6. С. 43–55.
Лазаренко А.С. Основні засади классифікації ареалів листяних мохів Радяньского Далекого Сходу // Укр. бот. журн. 1956. Т. 13, № 1. С. 31–40.
Лапшина Е.Д. Структура и динамика болот поймы р. Оби (на юге Томской области): Автореф. дис… канд. биол. наук. Томск, 1987б. 18 с.
Львов Ю.А. К характеристике Иксинского водораздельного болота // Известия Томского отделения ВБО. Томск: Изд-во ТГУ, 1959. Т. 5. С. 59–62.
Львов Ю.А. К экологии сфагновых мхов Томской области // Проблемы экологии. Томск, 1973. Т. 3. С. 91–98.
Мордвинов А.Н. Бриофлора центральной части Приволжской возвышенности: Автореф. дис… канд. биол. наук. Новосибирск, 1993. 16 с.
Мульдияров Е.Я. К характеристике бриофлоры Томского Причулымья // Новые данные о фауне и флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979. С. 156–166.
Мульдияров Е.Я. Определитель листостебельных мхов Томской области: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 1990. 208 с.
Мульдияров Е.Я., Борисенко А.Л. Систематический и эколого-фитоценотический анализ бриофлоры г. Северска // Чтения памяти Ю.А. Львова: Материалы II межрегиональной экологической конференции. Томск, 1998. С. 111–112.
Мульдияров Е.Я., Лапшина Е.Д. Новые для лесной зоны Западной Сибири виды мохообразных // Ботанический журнал. 1998. Т. 83, № 10. С. 124–127.
Мульдияров Е.Я., Пяк А.И., Эбель А.Л. Новые для флоры Томской области виды мохообразных и сосудистых растений // Ботанический журнал. 1996. Т. 81, № 5. С. 90–93.
Писаренко О.Ю. Мохообразные как компонент растительного покрова Салаирского кряжа: Автореф. дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 1997. 20 с.
Платонов Г.М. Болота северной части междуречья Оби и Томи // Заболоченные леса и болота Сибири. М., 1963. С. 45–67.
Рыковский Г.Ф. Мохообразные Березинского биосферного заповедника. Минск: Наука и техника, 1980. 136 с.
Савич Л.И., Ладыженская К.И. Определитель печеночных мхов севера европейской части СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 310 с.
Хмелев К.Ф., Попова Н.Н. Флора мохообразных бассейна Среднего Дона. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. 168 с.
Храмов А.А., Валуцкий В.И. Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья. Новосибирск: Наука, 1977. 220 с.
Шляков Р.Н. Флора листостебельных мхов Хибинских гор. Мурманск, 1961. 252 с.
Шляков Р.Н. Печеночные мхи Севера СССР. Л.: Наука. Т. 1. 1976. 91 с.; Т. 2. 1979. 192 с.; Т. 3. 1980. 190 с.; Т. 4. 1981. 221 с.; Т. 5. 1982. 196 с.
Шляков Р.Н., Константинова Н.А. Конспект флоры мохообразных Мурманской области. Апатиты, 1982. 227 с.
Шумилова Л.В. Торфяные болота Томской области и перспективы их освоения // Вторая научная конференция по претворению в жизнь плана преобразования природы Томской области. Томск, 1951. С. 83–88.
Яснопольская Г.Г. К характеристике растительности и торфяной залежи Васюганского болота // Ученые записки Томского ун-та. Томск: Изд-во ТГУ, 1965. Т. 51. С. 49–63.
Frahm J.-P., Frey W. Moosflora. Stuttgart: Ulmer, 1987. 525 s.
Ignatov M.S. Moss diversity patterns on the territory of the former USSR // Arctoa. 1993. Vol. 2. P. 13–47.
Lapshina E.D., Muldiyarov E.Ya. The bryophyte flora of the Middle Western Siberia // Arctoa. 1998. Vol. 7. P. 25–32.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

МОРФОГЕНЕЗ ПОБЕГА В ГРУППЕ *CEMBRAE* РОДА *PINUS*: ВНУТРИ- И МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

С.Н. Горошкевич
Филиал Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, г. Томск
gorosh@forest.tsc.ru

Все три российских вида *Pinus* из подрода *Haploxilon* (*P. sibirica* Du Tour, *P. pumila* (Pall.) Regel. и *P. koraiensis* Sieb. & Zucc.) со времен J.R. Shaw (1914) и R. Pilger (1926) вместе с альпийско-карпатским *P. cembra* L. и североамериканским *P. albicaulis* Engelm. объединяются в группу *Cembrae*. Естественность этой группы видов доказана многократно самыми различными методами, однако до сих пор имеются и противники этой точки зрения (Critchfield, 1986). Внутренние «взаимоотношения» между тремя российскими видами *Cembrae* тем более остаются предметом дискуссии (Литвинцева, 1974; Куприянова, Литвинцева, 1974; Крутовский и др., 1990; Goncharenko et al., 1992; Krutovskii et al., 1994). Перечисленные работы основаны на анализе морфологии пыльцы, анатомии мезофилла, изоферментных локусов и маркеров ДНК. При всем удобстве их фиксации эти признаки все-таки являются в большой мере «формальными». Их функциональная природа и адаптивное значение, в основном, неизвестны.

В этом отношении от них выгодно отличается комплекс признаков, характеризующих органогенез и морфоструктуру побегов. Его изучение актуально не только для понимания характера взаимоотношений между упомянутыми видами, но и для решения традиционных задач экологической морфологии. Российские виды *Pinus* из группы *Cembrae* – идеальный объект для исследований такого рода. Несмотря на очень близкое родство, они представляют все три основных широтных типа древесной растительности умеренного пояса: субарктическо-субальпийский (*P. pumila*), бореально-горно-таежный (*P. sibirica*) и неморальный (*P. koraiensis*). При этом первый вид является типичным стланцем, а два других – в такой же мере типичными лесными деревьями первой величины. Все три вида занимают огромные ареалы и играют роль эдификаторов растительного покрова. Их значение в природе и хозяйстве России очень велико. Необходимы их комплексные исследования, охрана генофонда, его использование в селекционных программах. В этом плане актуален сравнительный анализ морфогенеза побегов как важнейшего элемента адаптации растений к абиотическим факторам среды, определяющего их устойчивость и продуктивность.

Pinus, в отличие от остальных родов *Pinaceae*, имеют очень разнообразную структуру побега (Lanner, 1976). Годичный побег может состоять из одного (моноциклический) или из нескольких (полициклический) элементарных побегов. Возможны элементарные побеги двух типов: весенние и летние. Весенние побеги развиваются из зимующих почек, заложившихся в предшествующем году. Летние побеги формируются из временных (летних) почек без периода зимнего покоя. Виды *Pinus* распространены по всему Северному полушарию от субарктических до тропических лесов. Доля полициклических видов и максимально возможное число элементарных побегов возрастают с севера на юг. Все тропические виды являются полициклическими. Большинство моноциклических видов представляют умеренный пояс. Числом и происхождением элементарных побегов далеко не исчерпывается характеристика структуры годичного побега. В такой же мере изменчивы и важны для адаптации такие признаки, как относительный размер элементарных побегов, соотношение различных типов пазушных органов и многие другие. Зависимость структуры годичного побега и от условий произрастания и от таксономической принадлежности делает этот признак весьма перспективным для исследования происхождения видов и путей их адаптации к условиям современных ареалов.

Из видов группы *Cembrae* морфогенез побега основательно изучен только у *P. sibirica* (Минина, 1971; Некрасова, 1972). Согласно последним результатам исследований у зрелых деревьев в мужском и бесполом ярусах кроны всегда формируется только один (весенний) побег, а в женском ярусе, как правило, два (весенний и летний), которые сильно различаются по структуре и функциям (Горошкевич, 1994). У двух других российских видов *Cembrae* структура и развитие побегов практически совершенно не изучены. По *P. pumila* имеются только самые общие сведения о сроках заложения и порядке расположения на весеннем побеге основных типов пазушных органов (Михалевская, 1960; Hanawa, Sasaki, 1970). Строение и развитие побега у зрелых деревьев *P. koraiensis* вообще не изучались. Цель настоящей работы – сравнительный анализ органогенеза и морфоструктуры побегов у 12 контрастных географических экотипов трех российских видов *Pinus* из группы *Cembrae*.

Материал и методика. Материал был собран в естественных насаждениях 12 экотипов трех видов. Ниже приведены названия экотипов, названия и географическе координаты точек сбора образцов:

Pinus sibirica:

1. Лесотундровый (Тарко-Сале, 64°40′ с.ш., 77°41′ в.д., 60 м над ур. м.).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

2. Забайкальский (Красный Чикой, 15°15′, с.ш., 109°05′ в.д., 1300 м над ур. м.).

3. Прибайкальский (Слюдянка, 51°30′ с.ш., 103°40′ в.д., 800 м над ур. м.).

Pinus pumila:

4. Прибайкальский (Слюдянка, 51°30′ с.ш., 103°40′ в.д.).

5. Низкогорный континентальный (Могоча, 54°00′ с.ш., 119°55′ в.д., 600 м над ур. м.).

6. Среднегорный континентальный (Хани, 56°55′ с.ш., 121°5′ в.д., 1100 м над ур. м.).

7. Высокогорный континентальный (Хани, 56°55′ с.ш., 121°5′ в.д., 1600 м над ур. м.).

8. Дальневосточный горный (Горный, 50°45′ с.ш., 136°25′ в.д., 1600 м над ур. м.).

9. Дальневосточный равнинный (Циммермановка, 51°17′ с.ш., 139°13′ в.д., 100 м над ур. м.).

Pinus koraiensis:

10. Крайнесеверный (Циммермановка, 51°17′ с.ш., 139°13′ в.д., 200 м над ур. м.).

11. Северный (Пивань, 50°30′ с.ш., 137°10′ в.д., 250 м над ур. м.).

12. Северо-западный (Известковая, 49°05′ с.ш., 131°35′ в.д., 500 м над ур. м.).

Материал собирали в типичных для каждого вида растительных ассоциациях. Возраст растений был разным в разных пунктах, но во всех случаях использовались зрелые особи, вступившие в генеративную фазу онтогенеза несколько десятков лет назад и не имевшие выраженных признаков старения. Образцы собирали с 3 растений среднего для каждого из насаждений возраста и среднего фитоценотического статуса (не господствующих и не угнетенных).

Использовали 2 типа образцов: ветви из мужского (1) и женского (2) ярусов кроны с относительно стабильной на протяжении последних 12–15 лет сексуализацией побегов. С каждого растения собрали по 5 женских и 5 мужских ветвей. На них фиксировали морфоструктуру 10 последних годичных побегов: число элементарных побегов, длину оси и хвои каждого из них, а также число и расположение пазушных органов: микростробилов, шишек, удлиненных и укороченных побегов, латентных почек. Для обозначения удлиненных и укороченных побегов использовали широко употребительные в литературе термины «ауксибласты» и «брахибласты» соответственно. Похожий термин «криптобласты» (от греческого *kryptos* – тайный, скрытый) был в свое время предложен и для третьего основного типа вегетативных пазушных структур – латентных почек (Borthwick, 1899). В настоящей статье сделана попытка ввести его в современную литературу по морфогенезу *Pinaceae*.

Данные о величине отдельных признаков в каждом из пунктов представляют собой средние из 150 измерений (3 дерева × 5 ветвей × 10 годичных побегов). Достоверность различий между экотипами определяли при помощи дисперсионного анализа (метод линейных контрастов Шеффе).

Мужские побеги. Побеги из мужского яруса кроны по большинству использованных признаков мало различаются у изученных видов и экотипов. Независимо от наличия микростробилов летний побег всегда отсутствует. На весеннем побеге число пазушных структур составляет 15–25 шт. Они закладываются в следующем порядке: микростробилы, брахибласты, криптобласты, латеральные ауксибласты. Собственно мужскими, т.е. несущими микростробилы, являются от 40 до 70% побегов. Доля микростробилов на них – 50–75% от общего числа пазушных образований. В дистальной части побегов обычно располагается или один криптобласт, или один латеральный ауксибласт. Криптобласты отмечены у 40–90, латеральные ауксибласты – у 10–30% побегов. Из отличий между видами следует упомянуть в первую очередь характерное только для *P. pumila* формирование серии криптобластов в проксимальной части побега. Это явление отмечается у всех экотипов, но выражено в разной степени. У прибайкальского экотипа такие криптобласты имели 3 растения и 42% побегов, а у дальневосточного горного экотипа – лишь одно растение и 12% побегов. Их число варьирует от 1 до 12 шт., составляя в среднем 4–8 шт. На интактных ветвях не было отмечено ни одного случая их пролиферации в первые 10 лет жизни. За этот же период в среднем 5% дистальных криптобластов у всех 3 видов давали очень слабые боковые побеги.

Женские побеги. В составе и взаиморасположении элементов женского побега у трех видов имеется много общего (рис. 1). Так, образование двух элементарных побегов за один вегетационный период возможно у всех трех видов. Однако они существенно различаются по встречаемости отдельных типов морфоструктур. Так, доля побегов с шишками у *P. sibirica* составляет 88–93%, у *P. koraiensis* – 90–97%, а у *P. pumila* – 44–87%. В пределах вида наименее стабильная женская сексуализация отмечается у северных и высокогорных экотипов. Достоверные различия имеются только у *P. pumila*, причем его равнинный дальневосточный экотип в этом отношении ближе к древовидным, чем к остальным (горным) экотипам. У древовидных видов лишь северные экотипы иногда (8–10%) не имеют летнего побега на женских ветвях. У остальных экотипов отсутствие летнего побега – большая редкость. *P. pumila* характеризуется значительно меньшей встречаемостью летнего побега. Даже у наиболее близкого в этом отношении к древовидным видам равнинного дальневосточного экотипа чуть более половины годичных побегов имеют сложную структуру. У остальных экотипов летний побег чаще отсутствует, чем имеется.

По общему числу пазушных образований изученные виды очень похожи. Различия между экотипами выражены больше, причем с увеличением теплообеспеченности вегетационного периода число пазушных структур возрастает. Эта закономерность особенно четко выражена у *P. pumila*. Доля летнего побега в сложении

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

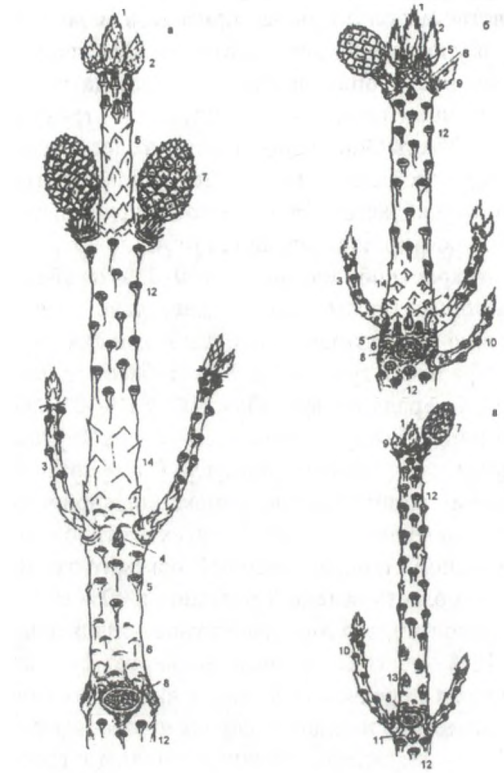


Рис. 1. Женские побеги *P. koraiensis* (*а*), *P. sibirica* (*б*) и *P. pumila* (*в*) в состоянии зимнего покоя с удаленной хвоей: *1* – терминальная почка; *2* – латеральный ауксибласт на летнем побеге (почка); *3* – латеральный ауксибласт на летнем побеге; *4* – криптобласт на летнем побеге; *5* – брахибласт на летнем побеге; *6* – стерильные катафиллы летнего побега; *7* – однолетняя шишка (озимь); *8* – след от созревшей шишки; *9* – латеральный ауксибласт на весеннем побеге (почка); *10* – латеральный ауксибласт на весеннем побеге; *11* – дистальный криптобласт на весеннем побеге; *12* – брахибласт на весеннем побеге; *13* – проксимальный криптобласт на весеннем побеге; *14* – стерильные катафиллы весеннего побега

последнего признака у *P. pumila* минимальная, у *P. sibirica* – несколько выше, а у *P. koraiensis* – существенно выше, чем у двух других видов. Различия между экотипами незначительны.

Длина хвои на весеннем побеге у *P. pumila* существенно меньше, чем у двух других видов. По длине хвои на летнем побеге различия между видами гораздо больше: *P. sibirica* достоверно уступает *P. koraiensis* и достоверно превосходит *P. pumila*. Различия между экотипами несущественны. Хвоя на летнем побеге у всех трех видов значительно короче, чем на весеннем. Превосходство весеннего побега по этому признаку наиболее выражено у *P. pumila*, а наименее – у *P. koraiensis*.

У всех трех видов в основании весеннего побега располагаются стерильные катафиллы, а остальную часть побега последовательно занимают фертильные катафиллы с брахибластами, криптобластами, латеральными ауксибластами и шишками. У *P. pumila* часто встречаются дополнительные криптобласты, компактно расположенные в проксимальной части побега между стерильными катафиллами и брахибластами. Они наиболее обильны в прибайкальской и низкогорной континентальной популяциях, но совершенно отсутствуют или встречаются крайне редко соответственно в равнинной дальневосточной и среднегорной континентальной популяциях. Число криптобластов на таких побегах варьирует от 2 до 26 шт. Ни одного случая их пролиферации не отмечено.

Большую часть пазушных структур весеннего побега (80–90%) у всех трех видов составляют брахибласты. У *P. sibirica* и *P. pumila* в дистальной части весеннего побега обычно имеется один криптобласт. Различия между экотипами по этому признаку несущественны. На побегах *P. koraiensis* дистальные криптобласты встречаются редко. Их имеют лишь 14–38% побегов. За первые 10 лет жизни у всех видов и экотипов гибнут 70–80%, а дают побеги 5–7% дистальных криптобластов.

По числу латеральных ауксибластов 3 изученных вида сильно различаются. У *P. koraiensis* их очень мало, а на побегах с шишками – практически нет вовсе. У *P. sibirica* латеральных ауксибластов достоверно больше, в среднем 0,5 шт. на побег. *P. pumila* характеризуется обильным заложением латеральных ауксибластов на весеннем побеге (в 2–7 раз больше, чем у *P. sibirica*, и в 4–10 раз больше, чем у *P. koraiensis*). У *P. pumila* по этому признаку имеются существенные различия между экотипами. Экотипы с высокой и низкой теплообеспеченностью вегетационного периода (дальневосточный равнинный, средне- и высокогорный континентальные) имеют минимальное число латеральных ауксибластов.

Максимальное число шишек на побеге характерно для *P. koraiensis*. У этого вида не являются редкостью побеги с 6, 7 и даже 8 шишками. Число шишек на побегах *P. sibirica* существенно меньше. У обоих древовидных видов различия между экотипами по этому признаку практически отсутствуют. Напротив, экотипы *P. pumila* сильно различаются по числу шишек на побегах. Равнинный дальневосточный экотип в этом отношении близок к *P. koraiensis*, средне- и низкогорные экотипы – к *P. sibirica*, а высокогорный экотип отличается очень слабым заложением шишек.

У всех видов на летнем побеге встречаются 3 типа пазушных структур – брахибласты, криптобласты и латеральные ауксибласты. Большинство летних побегов *P. sibirica* имеют несколько брахибластов, один криптобласт и 1–2 латеральных ауксибласта. На летних побегах *P. koraiensis* доля брахибластов существенно выше, а доля криптобластов – во много раз ниже, чем у *P. sibirica*. Различия между экотипами незначительны. *P. pumila* резко отличается от двух других видов пониженной долей брахибластов. Напротив, доля латеральных ауксибластов и особенно криптобластов многократно выше, чем у древовидных видов. Различия между экотипами очень велики. Встречаемость, число и доля брахибластов закономерно возрастают с увеличением теплообеспеченности вегетационного периода.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Обсуждение. Анализ приведенных результатов показывает, что три изученных вида имеют много общего в структуре и развитии годичного побега. В мужском ярусе кроны он состоит из единственного элементарного побега, а в женском – из двух – основного (весеннего) и дополнительного (летнего). У всех трех видов летний побег образуется не всегда и значительно уступает весеннему по числу метамеров, длине оси и хвои. Общность структуры годичного побега у *Pinus* обычно рассматривается как свидетельство общности происхождения видов. По R.M. Lanner (1976), регулярное образование летних побегов характерно для видов, произрастающих в районах с длинным вегетационным периодом, короткой и теплой зимой. В таких условиях сочетание гарантированного фиксированного роста весенних побегов со свободным ростом летних побегов обеспечивает оптимальное использование климатических ресурсов среды. Близость структуры годичного побега у трех изученных видов в очередной раз подтверждает общность их происхождения. Наличие летнего побега позволяет предположить, что гипотетический общий предок, скорее всего, формировался в более мягком климате, чем тот, который характерен для нынешней таежной зоны.

У всех трех изученных видов летний побег многократно уступает весеннему по длине и числу пазушных структур. Примерно такое же соотношение двух элементарных побегов характерно и для американского бореального вида *P. strobus* из близкой группы *Strobi* (Paul, 1957; Owston, 1968). Это явное приспособление к сравнительно суровым климатическим условиям. Последнее четко прослеживается и при сравнении видов между собой. Минимальные встречаемость и размер летнего побега характерны для субарктическо-субальпийского *P. pumila*, максимальные – для неморального *P. koraiensis*. Бореальный *P. sibirica* занимает промежуточное положение. Само функциональное назначение весеннего и летнего побегов существенно различается у трех видов. Рост ветви в длину осуществляется главным образом за счет весеннего побега. Лишь у *P. koraiensis* летний побег вносит заметную лепту в этот процесс. У двух других видов его междоузлия обычно вообще не растягиваются.

Существенное участие летнего побега в ассимиляции характерно только для *P. koraiensis*. У *P. sibirica* брахибластов на летнем побеге совсем мало, а их хвоя слабо развита. У *P. pumila* летний побег практически не участвует в формировании листового аппарата. Наиболее велики различия между видами по участию двух типов элементарных побегов в ветвлении. У *P. koraiensis* оно осуществляется почти исключительно за счет летнего, у *P. sibirica* – в основном за счет летнего, а у *P. pumila* – в основном за счет весеннего побега.

Таким образом, с увеличением продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода явно нарастает функциональная специализация каждого из двух элементарных побегов. Это особенно хорошо заметно на примере функций плодоношения и ветвления: у *P. pumila* они почти полностью совмещены на весеннем побеге, а у *P. koraiensis* – почти полностью разделены между двумя элементарными побегами. Причина очевидна: в области распространения *P. koraiensis* полное развитие двух побегов гарантировано, а в области распространения *P. pumila* – не гарантировано климатом. Поэтому в первом случае естественный отбор поддерживал, а во втором – не поддерживал разделение функций между побегами.

Различия между экотипами по структуре женских побегов у *P. sibirica* и *P. koraiensis* невелики и связаны скорее с возрастом использованных деревьев, чем с климатом. Если у *P. koraiensis* отсутствие климатически обусловленных различий можно было бы объяснить почти одинаковым климатом в районах исследования, то для *P. sibirica* этого объяснения явно недостаточно, ибо в работе использованы как раз контрастные в климатическом отношении экотипы. Более того, привлечение к анализу результатов, полученных в наиболее благоприятных для *P. sibirica* условиях Северо-Восточного Алтая (Горошкевич, 1994) и южной подзоны тайги Западной Сибири (Горошкевич, Велисевич, 1992), показывает, что даже в крайних по климатическим условиям частях ареала структура годичного побега у этого вида на удивление единообразна. Последнее, по нашему мнению, связано с тем, что и климатические различия в пределах ареала *P. sibirica* не так уж велики. На всем протяжении ареала – это умеренно холодный и умеренно континентальный климат Западно- и Южно-Сибирской тайги. У *P. pumila* влияние возраста растений на структуру побега не прослеживается. Это вполне естественно, т.к. ярко выраженная способность к образованию придаточных корней обусловливает непрерывное омоложение растений (Меженный, 1958; Моложников, 1975; Хоментовский, 1995). Наоборот, климатически обусловленные различия между экотипами велики и достоверны. По нашему мнению, это связано с очень большим разнообразием климата внутри ареала. Область распространения *P. pumila* значительно менее однородна в климатическом отношении. Даже в пределах той небольшой выборки экотипов, которая использована в настоящей работе, климат варьирует от очень холодного и резко континентального, совершенно непригодного для *P. sibirica*, до сравнительно теплого океанического, вполне приемлемого для *P. koraiensis*. Главной причиной распространения *P. pumila* в столь широком климатическом диапазоне, по-видимому, является стланиковая форма роста, позволяющая виду и успешно выживать в крайне суровых условиях, и успешно конкурировать с прямостоячими деревьями в условиях благоприятных. Вполне естественно, что разнообразие структуры годичного побега отражает разнообразие климатических и иных условий в пределах ареала *P. pumila*. При этом наблюдается достаточно четкая закономер-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ность: чем больше продолжительность и теплообеспеченность вегетационного периода, тем структура побега ближе к характерной для древовидных. При этом увеличение встречаемости летнего побега и числа метамеров на нем отражает целесообразность более полного использования климатических ресурсов. Стабильность женской сексуализации побегов, число заложившихся шишек и их доля от общего числа метамеров также закономерно возрастают в ряду от континентального высокогорного к дальневосточному равнинному экотипу. По-видимому, это в известной мере отражает изменение в соотношении вегетативного и семенного возобновления вида.

Значительными и очень характерными оказались различия между видами и экотипами по встречаемости криптобластов и их расположению на побегах. Криптобласт представляет собой пазушный орган, меристема которого изначально характеризуется пониженной и непродолжительной в сезонном цикле развития митотической активностью (Powell, 1974; Owens, Molder, 1973). Поэтому вполне естественно, что криптобласты наиболее характерны для слаборастущих побегов. В рассмотренном материале это проявляется уже при сравнении мужских и женских побегов любых растений. На мужских доля криптобластов заметно выше, а их отношение к латеральным ауксибластам – многократно выше, чем на женских. То же самое наблюдается и при сравнении женских побегов трех видов: число и особенно доля криптобластов возрастают с сокращением размера побега в ряду *P. koraiensis – P. sibirica – P. pumila*. Если экотипы древовидных похожи и в этом отношении, то экотипы *P. pumila* – довольно разнообразны. Тенденция та же. Число и доля криптобластов увеличиваются с сокращением размера побега в ряду от дальневосточного равнинного к континентальному высокогорному экотипу. Адаптивное значение этой связи вполне понятно. Латентная почка – это резервный орган, обеспечивающий регенерацию ассимиляционного аппарата в случае его повреждения под действием внешних факторов. Вероятность таких повреждений возрастает в суровых климатических условиях. Поэтому и сформировался физиологический механизм, увеличивающий заложение криптобластов с сокращением скорости роста побегов.

Регенерация побегов в случае их повреждения морозом или насекомыми – не единственная функция латентных почек. Они имеют большое значение и в нормальном развитии некоторых древесных растений, особенно кустарников (Ляшенко, 1964 и др.) и деревьев, способных к порослевому возобновлению (Busgen, Munch, 1931 и др.). У остальных деревьев побегообразование из латентных почек обеспечивает формирование вторичных систем ветвления, которые на поздних этапах онтогенеза иногда могут даже образовывать вторичную крону, сравнимую по размеру с первичной (Туркевич, 1963; Harmer, 1990; Гордиенко, Гордиенко, 1992 и др.). *P. sibirica* характеризуется мощным развитием вторичной кроны в возрасте 200–300 лет (Скороходов, 1992; Горошкевич, Велисевич, 2000). Это становится возможным и целесообразным из-за низкой сомкнутости абсолютного большинства сибирских кедровников (Смолоногов, 1990 и др.) и, как следствие, высокого уровня освещенности под пологом леса. Для дальневосточных кедровников характерны многоярусное строение и высокая сомкнутость (вертикальная и горизонтальная) на всех этапах их восстановительно-возрастной динамики (Колесников, 1956 и др.). В таких условиях сколько-нибудь значительное развитие вторичной кроны вряд ли возможно. Не исключено, что именно поэтому естественный отбор не поддерживает образование большого числа криптобластов, и их доля на побегах *P. koraiensis* оказывается в 3–4 раза меньше, чем у *P. sibirica*.

Еще одна функция латентных почек – это образование стеблеродных придаточных корней (Bannan, 1942 и др.). Недавно корни предположительно такого происхождения обнаружены у *P. sibirica* на верхней границе распространения в горах (Горошкевич, 1998). Если у древовидных видов ризогенез из латентных почек может иметь реальное значение только на окраинах ареала, то у *P. pumila* образование стеблеродных придаточных корней происходит повсеместно и регулярно, является важнейшим элементом жизненной стратегии вида (Моложников, 1975; Хоментевский, 1995 и др.). Возможно, что заложение очень большого числа криптобластов на побегах *P. pumila* связано именно с этой особенностью вида.

Интересно, что все признаки, связанные с заложением криптобластов у *P. pumila* (их число, доля от общего числа метамеров, расположение на побеге), на редкость лабильны во всех формах изменчивости: на одной ветви в разные годы, на разных ветвях одного растения, у разных особей одной популяции и у разных экотипов. По-видимому, эта группа признаков в настоящее время находится на этапе становления, является объектом активного естественного отбора. В разных частях ареала данный процесс имеет свои особенности. Об этом, в частности, свидетельствует разнообразие экотипов по срокам заложения криптобластов и их положению на годичном побеге. В суровых климатических условиях они (как и все остальные органы) закладываются на весеннем побеге, а в благоприятных (дальневосточный равнинный экотип) – главным образом на летнем побеге. И в том, и в другом случае криптобласты занимают на элементарном побеге свое обычное место: между брахибластами и ауксибластами. У пяти экотипов *P. pumila* из шести криптобласты найдены также и в совершенно необычном для *Pinus* месте – в проксимальной части весеннего побега. Наличие и число таких криптобластов – самый лабильный из всех признаков, характеризующих органогенез. Даже у тех экотипов, где проксимальные криптобласты обычны и многочисленны, имеются растения, у которых они совер-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

шенно отсутствуют. Проксимальные криптобласты необычны не только по положению на побеге, но и по своему «поведению»: не обнаружено ни одного случая пролиферации в первые 10 лет их жизни. Возможно, что это относительно недавнее и перспективное новообразование – специализированные органы для регенерации придаточных корней.

Таким образом, общность структуры годичного побега подтверждает единство происхождения трех российских видов *Pinus* из группы *Cembrae*, а значительные различия между видами и экотипами демонстрируют большое значение рассмотренного комплекса признаков для адаптации растений к климатическим и иным условиям. Основными направлениями изменений структуры побега с сокращением теплообеспеченности вегетационного периода в ряду *P. koraiensis – P. sibirica – P. pumila* являются убывание функциональной специализации элементарных побегов, редукция летнего побега, сокращение ветвления и заложения репродуктивных структур, увеличение числа криптобластов. Особенно обильное заложение последних на побегах *P. pumila* предположительно связано с возможностью их трансформации в придаточные корни при формировании жизненной формы стланца.

Литература

Воробьев В.Н., Горошкевич С.Н. Генеративная ярусность кроны кедра сибирского // Лесоведение. 1991. № 1. С. 42–48.

Гордиенко М.И., Гордиенко Н.М. Морфологические особенности водяных побегов ясеня обыкновенного // Лесоведение. 1992. № 3. С. 61–68.

Горошкевич С.Н. Взаимосвязь вегетативного и генеративного органогенеза и роста женских побегов кедра сибирского в погодичной динамике // Известия РАН. Сер. биол. 1992. № 3. С. 368–377.

Горошкевич С.Н. О морфологической структуре и развитии побегов *Pinus sibirica (Pinaceae)* // Бот. журн. 1994. Т. 79, № 5. С. 63–71.

Горошкевич С.Н. О жизненной форме стланика у кедра сибирского на верхнем пределе распространения в горах // Экология таежных лесов: Тез. докл. Междунар. конф. Сыктывкар, 1998. С. 19–20.

Горошкевич С.Н., Велисевич С.Н. О соотношении вегетативного и генеративного органогенеза у кедра сибирского // Онтогенез. 1992. Т. 23, № 3. С. 268–276.

Горошкевич С.Н., Велисевич С.Н. Структура кроны кедра сибирского (*Pinus sibirica*) на генеративном этапе онтогенеза // Сиб. бот. журн. 2000. Т. 2, № 1. С. 110–122.

Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л., 1956. 261 с.

Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. Межвидовая генетическая дифференциация кедровых сосен Евразии // Генетика. 1990. Т. 26, № 4. С. 694–707.

Куприянова Л.А., Литвинцева М.В. Группа *Cembra* рода *Pinus*, ее объем и связи по палинтологическим данным // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 5. С. 630–664.

Литвинцева М.В. Особенности строения клеток паренхимы хвои у видов *Cembrae* рода *Pinus* // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 10. С. 1501–1505.

Ляшенко Н.И. Биология спящих почек. М.; Л., 1964. 88 с.

Меженный А.А. Некоторые особенности роста и формирования деревьев кедра и кустов кедрового стланика в Южной Якутии // Научные сообщения Якутского филиала СО АН СССР. 1958. Вып. 1. С. 96–103.

Минина Е.Г. О морфогенезе кедра сибирского // Лесоведение. 1971. № 4. С. 27–36.

Михайлевская О.Б. О биологии кедрового стланика (*Pinus pumila Rgl.*) на Камчатке // Науч. докл. высшей школы. Биол. науки. 1960. № 3. С. 136–141.

Моложников В.Н. Кедровый стланик горных ландшафтов Северного Прибайкалья. М., 1975. 203 с.

Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедра сибирского. Новосибирск, 1972. 272 с.

Скороходов С.Н. Некоторые экологические аспекты формирования крон кедра сибирского // Проблемы кедра. Томск, 1992. Вып. 5. С. 131–137.

Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины. Свердловск, 1990. 288 с.

Туркевич И.В. Водяные побеги // Вегетативный лес. М., 1963. С. 217–229.

Хоментовский П.А. Экология кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) на Камчатке. Владивосток, 1995. 227 с.

Busgen M., Munch E. The structure and life of forest trees. New York, 1931. 412 p.

Borthwick A.W. On the interfoliar buds in pines // Trans. and Proc. Edinburgh Bot. Soc. 1999. Vol. 21. P. 154–158.

Critchfield W.B. Hybridization and classification of the white pines (*Pinus*, section *Strobus*) // Taxon. 1986. Vol. 35, № 4. P. 647–656.

Doak C.C. Evolution of foliar types, dwarf shoots and cone scales of *Pinus* // Ill. Biol. Monogr. Urbana, 1935. Vol. 13, № 3.

Goncharenko G.G., Padutov V.E., Silin A.E. Population structure, gene diversity, and differentiation in natural populations of cedar pines (*Pinus*, subsect. *Cembrae, Pinaceae*) in the USSR // Plant Syst. and Evol. 1992. Vol. 182, № 3–4. P. 121–134.

Hanawa J., Sasaki Y. A preliminary study on the shoot apex of *Pinus pumila* // Bull. Fac. Educ. Hirosaki Univ. 1970. Vol. 23. P. 12–16.

Harmer R. The timing of canopy and epicormic shoot growth in *Quercus robur* L. // Forestry. 1990. Vol. 63, № 3. P. 279–283.

Krutovskii K.V., Politov D.V., Altukhov Y.P. Genetic differentiation and phylogeny of stone pine species based on isozyme loci // Proceedings – International workshop on subalpine stone pines and their environment: the status of our knowledge. Ogden, 1994. P. 19–30.

Lanner R.M. Patterns of shoot development in *Pinus* and their relationship to growth potential // Tree phisiology and yield improvement. L., 1976. P. 223–243.

Owens J.N., Molder M. Bud development in western hemlock. I. Annual growth cycle of vegetative buds // Canad. J. Bot. 1973. Vol. 51. № 11. P. 2223–2231.

Owston P.W. Multiple flushing in eastern white pine // For. Sci. 1968. Vol. 14, № 1. P. 66–67.

Paul B.H. Double branch whorls in White pine // For. Sci. 1957. Vol. 3, № 1. P. 71–72.

Pilger R. Genus *Pinus* // Die naturlichen Pflanzenfamilien. Vol. XIII. Gimnospermae. Ed. A. Engler and K. Prantl. Leipzig, 1926. P. 120–183.

Powell G. R. Initiation and development of lateral buds in *Abies balsamea* // Canad. J. Forest Res. 1974. Vol. 4, № 4. P. 458–469.

Shaw G. R. The genus *Pinus*. Cambridge, 1914. 96 p.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

РЕДКИЕ И ИНТЕРЕСНЫЕ ВИДЫ ПЕЧЕНОЧНИКОВ (HEPATICAE) В ЗАПОВЕДНИКЕ «КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ»

Н.А. Константинова
Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, г. Кировск
nadya_k@aprec.ru

Флора печеночников Сибири изучена очень фрагментарно и совершенно недостаточно. Один из наиболее перспективных и на данном этапе особенно важных путей выявления видового состава флоры Сибири, а также особенностей экологии и распространения видов является обследование территорий заповедников. В последние годы были опубликованы списки по ряду заповедников Южной Сибири: Азас (Бакалин и др., 2001), Алтайский (Vana & Ignatov, 1995), Байкало-Ленский (Казановский, 1998), «Столбы» и «Саяно-Шушенский» (Васильев, 1992; Konstantinova, Vasilejv, 1994). Для заповедника «Кузнецкий Алатау» ранее было известно 35 видов (Мульдияров, Лапшина, 1996; Волкова, Мульдияров, 2000). В июне 2000 г. в составе комплексной экспедиции, организованной Н.В. Демиденко, мною были собраны печеночники (около 300 образцов) в центральной части заповедника «Кузнецкий Алатау». На основе определения этой коллекции, а также опубликованных ранее работ составлен список печеночников заповедника, насчитывающий 110 видов. Полный аннотированный список предполагается публиковать отдельно, в этой же статье рассматриваются только наиболее редкие и интересные с фитогеографической точки зрения находки.

Виды в приводимом ниже списке расположены по алфавиту, названия их даются в основном по списку печеночников и антоцеротовых бывшего СССР (Константинова и др., 1992) с некоторыми изменениями в соответствии с более поздними работами (Konstantinova & Vasiljev, 1994; Константинова, Чернядьева, 1995; Konstantinova & Potemkin, 1996.). Местонахождения печеночников в списке обозначены цифрами, соответствующими цифрам на рис. 1. В скобках приводятся полевые номера образцов и дата сбора. Таксоны, выявленные впервые для Южной Сибири, отмечены одной звездочкой. Все образцы хранятся в гербарии Полярно-альпийского ботанического сада-института (KPABG).

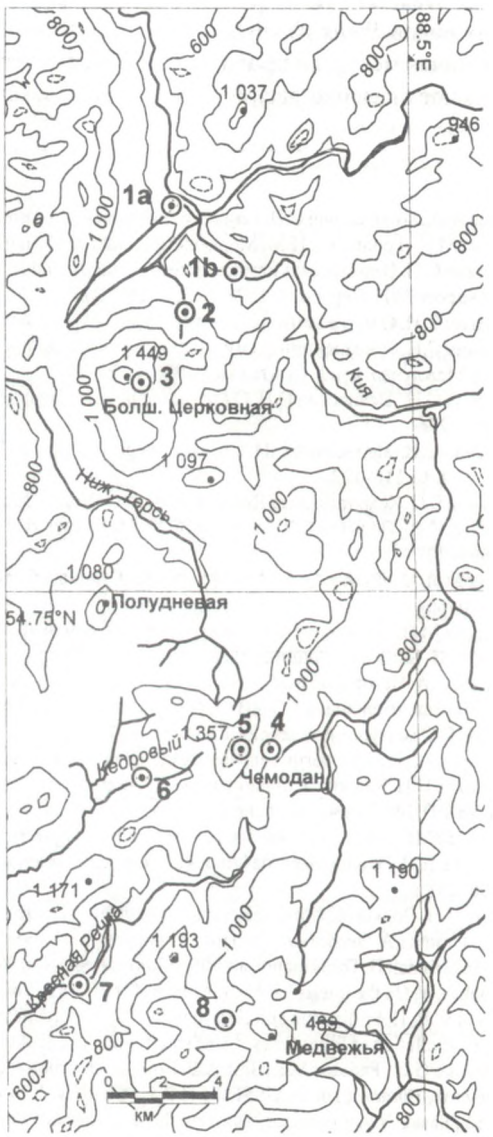


Рис. 1. Места сбора редких и интересных видов печеночников в заповеднике Кузнецкий Алатау: *1* – долина реки Кии в среднем течении реки: *а* – 54, 873°N, 88,365°E; 567 м над ур.м.; *б* – 54,852°N, 88,400°E; 596 м над ур.м.; *2* – межгорный распадок в верховьях правого притока р. Большой Церковной, 54,839°N, 88,327°E; 610 м над ур.м.; *3* – восточный склон горы Большая Церковная вблизи вершины, 54,817°N, 88,347°E; 1360 м над ур.м.; *4* – восточный склон горы Чемодан, 54,700°N, 88,417°E; 1150 м над ур.м.; *5* – вблизи вершины горы Чемодан, 54,700°N, 88,400°E; 1357 м над ур.м.; *6* – долина ручья Кедровый на юго-западном склоне горы Чемодан, 54,691°N, 88,344°E; 912 м над ур.м.; *7* – долина р. Красной в среднем течении, 54,625°N, 88,307°E; 565 м над ур.м.; *8* – цирк на северо-западном склоне горы Медведь, 54,614°N, 88,389°E; 1200 м над ур.м.

Список редких и интересных видов

Calypogeia azurea Stotler & Crotz – 4: вдоль берега небольшого ручейка, текущего по крупнотравному лугу, на аллювии, на берегу вместе с *Chiloscyphus polyanthos* и *Scapania paludosa* (№ 45-3-00, 27.06.00) и на почве с *Chiloscyphus polyanthos*, *Plagiochila porelloides*, *Scapania undulata* (№ 45-1-00, 27.06.00); 6: вездеходная дорога около стационара, в плотных коврах с примесью *Pellia neesiana*, *Scapania paludosa* (№ 78-00, 30.06.00) и болотный комплекс на пологом склоне, канавка с камени-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

стым дном, на камнях, в смеси с *Cephalozia bicuspidata* (№ 80-1а-00 и 80-2-00, 30.06.00); 8: на берегу ручья, на торфянистой почве, как в ковриках без примеси других видов (№№ 64-2-00, 29.06.00), так и в смеси с *Cephalozia bicuspidata*, *Lophozia sudetica*, *Plectocolea obovata* (66-00, 29.06.00) и здесь же по сырому углублению, среди осокового сообщества в смеси с *Cephalozia b icuspidata*, *Harpanthus flotovianus* (№ 64-5-00, 29.06.00).

Вид приводился ранее для заповедника «Кузнецкий Алатау» (Мульдияров, Лапшина,1996) как единичная находка. Других опубликованных данных по нахождению его в Сибири нет. Однако, как видно из перечня новых местонахождений *C. azurea*, в заповеднике она, видимо, нередка. Кроме того, в 2001 г. вид был собран мною неоднократно в горах Хамар-Дабан в Байкальском заповеднике. Несмотря на очень характерное отличие от других видов рода (темно-синие масляные тельца, которые, однако, в основном довольно быстро разлагаются при высушивании растений), вид, несомненно, пропускается при сборах и определении, поскольку определение его без масляных телец требует большого опыта. Во всех перечисленных выше образцах масляные тельца были изучены на живом материале или обнаружены в очень небольшом числе (но характерного цвета) вблизи точек роста в гербарии по прошествии года после сбора.

**Cephalozia macounii* (Aust.) Aust. – 1а: пихтово-папоротниково-крупнотравно-вейниковый лес, по бокам сильно разложившегося пня кедра, очень немного вместе с *Cephalozia lunulifolia, Lepidozia reptans, Schisto-chilopsis incisa, Blepharostoma trichophyllum* (№ 18-4а-00, 21.06.00) и 1б: крупнотравно-вейниковый кедрово-пихтово-еловый лес, в нижней части крупной валежины, немного в тонких ковриках с преобладанием *Calypogeia muelleriana* и примесью *Lepidozia reptans* и *Tritomaria exsecta* (№ 33-2-00, 24.06.00). Растения в образцах типичного для вида облика, очень мелкие (около 0,3 мм шириной и 2 мм длиной), густо облиственные с узкими листьями, поделенными более чем до 2/3 на 2 лопасти в основании в 2–4 клетки шириной и заканчивающиеся одноклеточным окончанием в 2–3 клетки длиной. Клетки листа толстостенные (15–17)х(20–26) мкм. Представлены как мужские (покровные листья антеридиев с городчатым краем), так и женские (периантий с характерным зубчато-реснитчатым краем, перихециальные листья с зубчатым или городчатым краем). Редкий в мире вид (рис. 2), произрастающий только на гнилой древесине и обычно в очень небольшом количестве, известный из единичных точек нахождения в северной Европе (Soederstroem, 1995; Шляков, 1979), Северной Америке (Schuster, 1974), Китае (Piippo, 1990) и двух местонахождениях на Енисее (Восточная Сибирь, Lindberg & Arnell, 1889).

Cephaloziella arctogena (R.M. Schust.) Konstantinova – 3: каменистая россыпь, между камнями, единичными экземплярами по краю куртины с преобладанием *Tetralophozia setiformis, Lophozia s udetica* и примесью *Tritomaria*

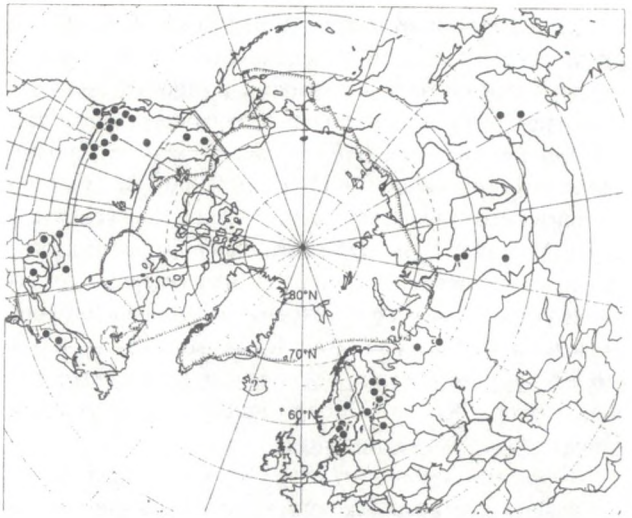


Рис. 2. Распространение *Cephalozia macounii* (Aust.) Aust.

quinquedentata (№ 6-3-00, 20.06.00) и 4: на наносном грунте в углублении между камнями среди крупнокаменистой россыпи на склоне, немного в примеси к *Lophozia excisa, Sphenolobus minutus, Tetralophozia setiformis* (№ 51-1-00, 27.06.00). В обоих образцах растения с амфигастриями везде представлены периантии и антеридии, четкая пареция. Ранее в Южной Сибири был найден в Саянах (Konstantinova & Vasiljev, 1994). Находки этого вида практически во всех районах, где удалось побывать или откуда определялись мною коллекции, говорят о довольно широком распространении вида, пропускаемого чаще всего при определении.

Crossogyna undulifolia (Nees) Schljakov – 4: кустарничково-сфагновое сообщество в понижении, на отмирающем сфагне, часто и много, в смеси с *Orthocaulis kunzeanus,* есть растения с ювинильными периантиями (№ 56-1-00, 27.06.00). В Южной Сибири ранее был найден только в одной точке нахождения в Хамар-Дабане (Казановский, Потемкин, 1995). В 2001 г. был собран мною также в Хамар-Дабане, но из другой точки. В России известен всего из нескольких мест (Константинова, 2000), однако, вероятно, распространен значительно шире, но пропускается при сборах и определении, поскольку внешне при не очень внимательном рассмотрении может быть принят за *Mylia anomala*, с которой нередко встречается вместе.

Diplophyllum obtusifolium (Hook.) Dumort. – 7: несколько точек нахождения на берегу реки Красная в среднем ее течении, в пещерках и по трещинам на скальных выходах на берегу реки как в куртинах без примеси других видов (№ 93-2-00, 06.07.00), так и в смеси с *Blepharostoma trichophyllum, Scapania praetervisa* (№ 90-11-00, 06.07.00) и с *Cephalozia b icuspidata* (№ 90-12-00, 06.07.00). Видимо, нередкий вид, однако известный в Южной Сибири пока из единичных точек нахождения на Алтае (Vana & Ignatov, 1995), в Западном Саяне (Konstantinova & Vasiljev, 1994) и Хамар-Дабане (Казановский, Потемкин, 1995).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

**Eremonotus myriocarpus* (Carr.) Lindb. & Kaal. – 8: склон северо-западной экспозиции, на сырой боковой поверхности камня под мощным снежником, очень немного по краю куртин из смеси печеночников *Cephalozia bicuspidata, Lophozia sudetica, Marsupella emarginata, Marsupella sphacelata* (№ 75-00, 29.06.00). Вид был известен в азиатской части России только с Корякского нагорья (Константинова, Кузьмина, 2001). Скорее всего вид просматривается из-за своих мелких размеров и отсутствия указаний на него в отечественных определителях. Находка этого печеночника в Кузнецком Алатау, видимо, «первая ласточка» и, несомненно, дальнейшее изучение флоры Южной Сибири приведет к выявлению новых точек нахождения вида.

**Haplomitrium hookeri* (Sm.) Nees – 8: берег ручья, небольшая куртинка без примеси других видов на аллювии в зарослях *Carex bigelovii* (№ 65-4-00, 29.06.00). Редкий в мире вид (Константинова, 2000), в Сибири ранее был найден только в окрестностях Норильска.

Macrodiplophyllum microdontum (Mitt.) H.Perss. – 3: углубление между камнями среди курумника, довольно много в смеси с *Tetralophozia setiformis* (№ 8-1-00, 20.06.00) и *Sphenolobus saxicola* и *Tetralophozia setiformis* (№ 8-1b-00, 20.06.00). Этот вид, видимо, нередок на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири, однако с продвижением на запад он встречается все реже и реже. Наша находка является самым западным местонахождением вида, ранее самой западной точкой считался Восточный Саян (Konstantinova & Vasiljev, 1974; Константинова, 2000).

Marsupella sphacelata (Gieske ex Lindenb.) Dumort. – 8: в ручье, текущем из озера в цирке, на камнях в русле. Плотные дерновинки с незначительной примесью *Scapania undulata* (№ 64-1-00, № 65-2-00, 29.06.00) и в ручьях, стекающих среди ив и разнотравья по очень крутому склону в цирке, в руслах, на слегка выступающих из воды камнях вместе с *Anthelia juratzkana, Marsupella boeckii* и *Scapania paludosa* (№ 70-2-00, № 70-3-00, № 70-4-00, 29.06.00) и здесь же, в цирке, на склоне под мощным снежником, в нишах на камнях в смеси с *Marsupella boeckii, Cephalozia bicuspidata, Lophozia sudetica* (№ 74-2-00, № 74-3-00, 29.06.00).

Marsupella sphacelata приводилась ранее для Сибири только из одной точки в Хамар-Дабане (Казановский, Потемкин, 1995). Несомненно, распространена в Сибири значительно шире.

Marsupella sprucei (Limpr.) Bernet – 5: несколько точек нахождения на пятнах в кустарничково-лишайниковых (№ 50-00, № 54-1,2,3,5, 7-00 27.06.00) и кустарничково-лишайниково-моховых (№ 53-00, № 53-2-00, 27.06.00) пятнистых тундрах; а также 8: крутые склоны цирка, под снежником, в нишах между камнями (№ 73-00, 29.06.00). Везде в смеси с другими печеночниками (*Anthelia juratzkana, Cephalozia bicuspidata, Lophozia excisa, L. sudetica, Nardia japonica, N. geoscyphus, Scapania mucronata, Solenostoma sphaerocarpum, Pleurocladula albescens*). Ранее в Южной Сибири вид был выявлен только из одной точки на Алтае (Vana & Ignatov, 1995). Скорее всего, пропускается при сборах или определении из-за своих очень мелких размеров.

**Moerckia hibernica* (Hook.) Gott. – 7: правый берег реки, по сырым небольшим трещинкам на берегу, отдельными экземплярами, еле соскабливается с камня (№ 100-2-00, 06.07.00) и в смеси с печеночниками *Cephaloziella divaricata, Leiocolea gillmanii, Preissia quadrata, Scapania gymnostomophila* (№ 100-5-00, 06.07.00). В образцах представлены женские растения с ювенильными архегониями.

В азиатской части России приводился для Таймыра (р. Рагозинка, Жукова, Матвеева, 2000) и нескольких точек на Дальнем Востоке (Константинова, 2000). Вид, хоть имеет преимущественно приокеаническое распространение, однако как в Америке, так и в Евразии проникает (в основном по горным массивам) довольно глубоко в центр континентов (Константинова, 2000).

**Nardia japonica* Steph. – 5: пологий склон к вершине, на солифлюкционных пятнах среди кустарничково-лишайниково-моховой тундры, довольно часто и много в смеси с *Marsupella sprucei* и *Solenostoma sphaerocarpum* (№ 53-00, 27.06.00 и № 53-2-00, 27.06.00).

Вид, долгое время известный как японский, был найден в России сначала на Дальнем Востоке, затем в Республике Коми, Мурманской области и Полярном Урале (Константинова, 1990; Константинова, Чернядьева, 1995; Константинова, 2000). Находка его в Кузнецком Алатау свидетельствует о вероятно циркумполярном типе распространения. Несомненно, пропускается при сборах и определении из-за очень мелких размеров (обычно не более 5 мм длиной и до 1 мм шириной) и малой известности.

Obtusifolium obtusum (Lindb.) S.Arnell – 1а: пихтово-еловый крупнотравный заболоченный лес на левом берегу реки Кии, на почве между трав в смеси с *Aneura pinguis, Plagiochila porelloides, Scapania irrigua* (2-7-00, 19.06.00) и 2: подмываемый торфянистый берег ручья, под травами, в смеси с *Barbilophozia lycopodioides, Pellia neesiana, Scapania paludosa* (№ 23-1-00 22.06.00).

Вид был ранее известен в Сибири только с Таймыра (Жукова, Матвеева, 2000) и одного местонахождения в Хамар-Дабане (Казановский, Потемкин, 1995).

Saccobasis polita (Nees) H.Buch – 8: над озером в цирке, в сырой нише под нависающей куртиной, чистые плотные дерновинки (№ 61-1-00, 28.06.00).

В Сибири вид известен из нескольких точек нахождения с Дальнего Востока, Алтая (Vana & Ignatov, 1995) и из Саян (Konstantinova & Vasiljev, 1994). По-видимому, нередок в Сибири.

Scapania apiculata Spruce – 1а: пихтово-елово-кедровый крупнотравно-вейниковый лес (№ 19-3-00, 21.06.00); крупнотравно-вейниковый кедрово-пихтово-еловый лес (№ 33-3-00, 24.06.00) и 1б: крупнотравно-вейниковый кустарничковый кедрово-пихтовый лес на склоне (№ 35-7а-00 24.06.00). Везде на слаборазложившейся древесине пихты в смеси с другими печеночни-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ками: *Blepharostoma trichophyllum, Cephalozia lunulifolia, C. bicuspidata, Crossocalyx hellerianus, Crossogyna autumnalis, Lophocolea heterophylla, Ptilidium pulcherrimum, Schistochilopsis incisa, Tritomaria exsectiformis.*

В Сибири вид был известен из единичных точек нахождения в окрестностях озера Байкал (Vana, 1988), Саяна (Konstantinova & Vailjev, 1994; Бакалин и др., 2001) и Западной Сибири (Lapshina & Muldiyarov, 1998). Несомненно, не так уж редок в лесном поясе гор Южной Сибири, но просматривается из-за очень мелких размеров и встречаемости обычно в небольшой примеси к другим видам.

Scapania gymnostomophyla Kaal. – 7: берег реки, по сырым, почти вертикальным трещинкам, очень немного в смеси с печеночниками *Cephaloziella divaricata, Leiocolea gillmanii, Moerckia hibernica, Preissia quadrata* (№ 100-5-00, 06.07.00). Ранее вид был найден только в одной точке на Алтае (Vana & Ignatov, 1995).

***

Таким образом, на территории заповедника «Кузнецкий Алатау» выявлено 5 новых для Южной Сибири видов печеночников. Кроме того, найдено 11 видов, известных до сих пор в Южной Сибири из одной – двух точек нахождения. Большинство из этих печеночников – мелкие, трудно определяемые или малоизвестные виды, которые, вероятно, не очень редки в регионе и, несомненно, будут найдены в ходе дальнейшего обследования территории. Среди редких видов, найденных в заповеднике, – ряд печеночников *(Calypogeia azurea, Cephalozia macounii, Marsupella sphacelata, Moerckia hibernica, Obtusifolium obtusum, Saccobasis polita)* известны как виды с преимущественно приокеаническим распространением. Находки их в горах Южной Сибири в значительной степени меняют представление об их ареалах. Три вида *(Cephalozia macounii, Crossogyna unduligolia, Haplomitrium hookeri)* имеют дизъюнктивное распространение и известны из очень немногих точек нахождения в мире. Дальнейшее изучение флоры печеночников Сибири приведет к многочисленным новым находкам и заметным изменениям существующих ныне взглядов на распространение многих видов.

В заключение хочу высказать глубокую признательность Е.Д. Лапшиной и Е.Я. Мульдиярову за привлечение меня к работам по заповеднику и помощь при сборе образцов, Н.В. Демиденко, начальнику и организатору экспедиции, за возможность присоединиться к экспедиции, а также администрации заповедника за разрешение и поддержку (предоставление транспорта) наших работ в заповеднике. Я очень благодарна также моему мужу А.Н. Савченко за вывод данных из электронной базы данных, подготовку электронной версии карты распространения *Cephalozia macounii* и картосхемы участка заповедника, на котором проводились работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 00-04-48874.

Литература

Бакалин В.А., Молокова Н.И., Отнюкова Т.Н. К флоре печеночников Тоджинской котловины (Республика Тува, Южная Сибирь) // Arctoa. 2001. Т. 10. С. 19–26.

Васильев А.Н. Конспект флоры мохообразных в заповедниках «Столбы» и «Саяно-Шушенском». Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1992. 112 с.

Волкова И.И., Мульдияров Е.Я. Дополнения к списку видов мохообразных болот заповедника «Кузнецкий Алатау» // Биоценотические исследования в заповеднике «Кузнецкий Алатау». Кемерово, 2000. С. 36–40.

Жукова А.Л., Матвеева Н.В. Печеночники Таймыра // Бот. журн. 2000. Т. 85(11). С. 42–62.

Казановский С.Г. Материалы к бриофлоре Байкало-Ленского заповедника // Труды Байкало-Ленского государственного природного заповедника: Вып. 1. М.: Инкомбук, 1998. С. 15–20.

Казановский С.Г., Потемкин А.Д. К флоре печеночных мхов хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Новости сист. низш. раст. 1995. Т. 30. С. 98–110.

Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики [Distribution paterns of north holarctic hepatics] // Arctoa. 2000. Т. 9. С. 29–94.

Константинова Н.А., Кузьмина Е.Ю. К флоре печеночников Корякии (Северо-Восток России) // Arctoa. 2001. Т. 10. С. 19–26.

Константинова Н.А., Чернядьева И.В. Печеночники среднего течения реки Собь (Полярный Урал) // Новости сист. низш. раст. 1995. Т. 30. С. 110–121.

Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников иантоцеротовых территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1(1–2). С. 87–127.

Мульдияров Е.Я., Лапшина Е.Д. Роль мохообразных в растительных сообществах болот заповедника «Кузнецкий Алатау» // Биоценотические исследования в заповеднике «Кузнецкий Алатау». Новосибирск, 1996. С. 67–77.

Шляков Р.Н. Печеночные мхи Севера СССР. Вып. 2. Печеночники: гербертовые-геокаликсовые. Л.: Наука, 1979. 191 с.

Konstantinova N.A. & Potemkin A.D. Liverworts of the Russian Arctic: an annotated checklist and bibliography // Arctoa. 1996. Vol. 6. P. 125–150.

Lapshina E.D. & Muldiyarov E.Ya. The bryophyte flora of the Middle Western Siberia // Arctoa. 1998. Vol. 7. P. 25–32.

Lindberg S.O. & Arnell H.W. Musci Asiae Borealis // Kongl. Svensk. Vet.–Akad. Hand. 1889. B. 23(5). P. 1–69.

Piippo S. Annotated catalogue of Chinese Hepaticae and Anthocerotae // Journ Hattori Bot. Lab. 1990. Vol. 68. P. 1–192.

Soederstroem L. Preliminary distribution maps of bryophytes in Norden // Hepaticae and Anthocerotae. Mossornas Vanner, Trondheim. 1995. Vol. 1. P. 51.

Schuster R.M. The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meredian. New-York; London: Columbia Univ. Press, 1974. Vol. 3. 880 p.

Vana J. & Ignatov M.S. Bryophytes of Altai Mountains. Preliminary list of Altaian hepatics // Arctoa. 1995. Vol. 5. P. 1–14.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЖУКИ-ДОЛГОНОСИКИ В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Кривец
Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
fil@forest.tsc.ru

Компоненты лесных биоценозов Томской области до сих пор изучены неравномерно, и среди них насекомые относятся к числу наименее исследованных.

В данном сообщении рассмотрены биоценотические комплексы одной из ключевых групп насекомых – жуков-долгоносиков (в составе семейств *Brentidae, Erirhinidae* и *Curculionidae* надсемейства *Curculionoidae* отряда *Coleoptera*) некоторых типичных лесных сообществ Томской области – темнохвойно-кедровых, сосновых, пихтовых крупнотравных, подтаежных мелколиственных и пойменных приобских лесов.

Для характеристики комплексов использованы следующие показатели (Песенко, 1991): видовой состав, таксономическая структура (соотношение по числу видов таксонов более высокого ранга); видовая структура (соотношение видов по встречаемости и обилию); экологическая структура (соотношение групп видов с различным биотопическим преферендумом); трофическая структура (соотношение групп видов с различным пищевым стандартом); зоогеографическая структура (соотношение ареалогических групп видов).

Биоценотические комплексы долгоносиков темнохвойно-кедровых лесов

В целом в разных типах лесов этой формации (мшистых, разнотравных, широкотравных, травяно-болотных и сфагновых) выявлено 69 видов жуков-долгоносиков.

В качестве примеров более подробно рассмотрены комплексы долгоносиков двух южно-таежных сообществ – разнотравного (припоселкового) кедровника и кедрово-елово-пихтового мелкотравноосочкового с элементами широкотравья леса.

В припоселковом кедровнике (место описания – пос. Аксеново, Томский район) выявлено 53 вида долгоносиков из 31 рода 6 подсемейств. По числу видов на первом месте находится подсемейство *Entiminae* (18), за ним в порядке убывания располагаются подсемейства *Apioninae* (11), *Molytinae* (9), *Curculioninae* (9), *Lixinae* (3), *Ceuto-rhynchinae* (3). Основная масса родов представлена 1–2 видами. По количеству видов выделяется характерный для хвойных лесов род *Pissodes* (5).

Видовая структура комплекса бидоминантная, имеет формулу ***2фк12ов39мр*** (где ***фк*** – фоновые константные, ***ов*** – обычные второстепенные, ***мр*** – малочисленные редкие виды). Фоновые и обычные виды вместе составляют пятую часть комплекса.

В древесном ярусе чаще других встречаются *Callirus abietis* и *Eudipnus mollis*. Обычны *Pissodes castaneus, P. pini, Hylobius excavatus, Betulapion simile, Phyllobius maculicornis, Polydrusus undatus*. Малочисленны и редки *Magdalis phlegmatica, Pissodes gyllenhali, P. harcyniae, P. piniphilus, Anthonomus phyllocola, Phyllobius viridiaeris, Polydrusus pilosus*.

В кустарниковом ярусе обычными видами являются *Trichalophus leucon, T. quadriguttatus, Otiorhynchus grandineus*, изредка отмечаются *Magdalis angulicollis, Scleropterus verecundus, Rhynchaenus lonicerae, Tachyerges stigma, T. salicis, Tychius quinquepunctatus, Anthonomus rubi, Furcipus rectirostris, Dactylotus globosus*.

В травяном ярусе к числу обычных видов относятся *Phyllobius fessus, Pholicodes inauratus, Tanymecus palliatus*. О стальные виды (*Ceratapion gibbirostre, Protapion apricans, P. varipes, Cyanapion spencii, C. gyllenhali, Oxystoma opeticum, O. subulatum, O. cerdo, Eutrichapion ervi, E. facetum, Rhinocyllus conicus, Larinus sturnus, Lixus iridis, Zacladus geranii, Nedyus quadrimaculatus, Hypera suspiciosa, H. viciae, Sitona ambiguus, S. sulcifrons, S. lepidus, S. lineellus, Otiorhynchus oberti, O. ovatus*) встречаются единичными экземплярами.

По характеру питания в составе комплекса преимущественно представлены специализированные виды долгоносиков (77%), среди которых почти 40% связаны с бобовыми растениями и 17% – с сосновыми (эдификаторами собщества). Многоядные виды составляют 23%. По обилию в древесном и кустарниковом ярусах преобладают олигофаги, в хортобии – полифаги.

Экологическая структура комплекса характерна для лесного биоценоза: основу составляют лугово-лесные виды (53%), достаточно представительны лесные виды (39%). Луговые мезофилы (8% видов) малочисленны и, в целом, нетипичны для сообщества.

В зоогеографическом плане в комплексе сочетаются почти в равном количестве транспалеарктические (24%), трансевразиатские (30%) и западно-центральнопалеарктические (23%) виды. Представительность восточнопалеарктических видов ниже (13%), однако именно они (сибирские борео-монтанные *Magdalis angulicollis, Scleropterus verecundus, Trichalophus leucon, T. quadriguttatus, Otiorhynchus oberti, O. grandineus, Dactylotus globosus*) придают своеобразие этому сообществу по сравнению с европейскими темнохвойными лесами.

В составе кедрово-елово-пихтового мелкотравноосочкового с элементами широкотравья леса (место описания – урочище Виссарионов бор, Верхнекетский район)

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

выявлено 24 вида долгоносиков из 20 родов 7 подсемейств: *Entiminae* (9 видов), *Molytinae* (5 видов), *Curculioninae* (5 видов), *Ceutorhynchinae* (2 вида) и по 1 виду из подсемейств *Apioninae*, *Lixinae* и *Orobitinae*.

Численность всех видов низкая, что не позволяет обозначить видовую структуру комплекса. В древесном ярусе обитают *Callirus abietis*, *Hylobius excavatus*, *Pissodes pini*, *Magdalis violaceum*, *M. carbonaria*, *Ellescus scanicus*, *Orchestes jota*, *Orchestes rusci*, *Orchestes calceatus*, *Isochnus populicola*, *Phyllobius maculicornis*, *Polydrusus pilosus*, *P. undatus*, *Eudipnus mollis*. Для кустарникового яруса характерны *Trichalophus leucon*, *Otiorhynchus grandineus* и *Eudipnus mollis*. По сравнению с предыдущим комплексом особенно обеднено население травяного яруса, в котором найдено всего 8 видов долгоносиков – *Larinus sturnus*, *Microplonthus triangulum*, *Pelenomus velaris*, *Orobitis cyaneus*, *Oxystoma subulatum*, *Sitona lineellus*, *Tanymecus palliatus*, *Pholicodes inauratus*.

Трофически специализированные виды составляют 71%, из них 17% питаются на древесных растениях, являющихся эдификаторами сообщества.

Экологическая структура отличается преобладанием лесных видов (63%).

По характеру ареалов 48% видов относится к трансевразиатскому ареалогическому комплексу, западно-центральнопалеарктических видов – 17%, восточнопалеарктических – 8%.

Два проанализированных комплекса долгоносиков, несмотря на принадлежность сообществ к одной формации и некоторые черты сходства, имеют и значительные различия. При наличии 12 общих видов, особенно характерных для древесного и кустарникового ярусов, индекс сходства Съеренсена по всему видовому составу невысок (0,3), что связано с сильными отличиями в населении травяного яруса.

Еще в большей степени проявляется дифференциация комплексов долгоносиков при сравнении разнотравных и мшистых типов темнохвойно-кедровых лесов. В лесах последнего типа видовой состав долгоносиков редуцируется до 6 видов (*Callirus abietis*, *Hylobius excavatus*, *Pissodes pini*, *Eudipnus mollis*, *Trichalophus leucon*, *Otiorhynchus grandineus*), при полном выпадении хортобионтов.

Биоценотический комплекс долгоносиков сосновых лесов

В сосновых лесах Томской области в общем выявлено 59 видов долгоносиков.

Наиболее богат в видовом отношении комплекс долгоносиков разнотравных сосновых лесов, сравнительно мало распространенных в районе, но включающих большее разнообразие высших растений по сравнению с другими типами сосняков (мшистыми, мшисто-лишайниковыми, мшисто-ягодными). Комплекс долгоносиков этого типа сосновых лесов рассмотрен в данной работе. Место описания конкретного сообщества – д. Позднякова-на-Оби Шегарского района.

В сообществе установлено 53 вида долгоносиков из 31 рода 8 подсемейств. По видовому разнообразию на первом месте стоит подсемейство *Apioninae* (15 видов), на втором – подсемейство *Curculioninae* (12 видов). Наиболее характерное для данного комплекса подсемейство *Molytinae* представлено 10 видами (из 12 трофически связанных с хвойными в районе исследований); также 10 видов выявлено из подсемейства *Entiminae*. 3 вида относятся к подсемейству *Ceutorhynchinae* и по 1 виду – к подсемействам *Erirhininae*, *Cossoninae* и *Lixinae*. Большинство родов представлено 1–2 видами. По 4 вида принадлежат родам *Pissodes*, *Otiorhynchus* и *Eutrichapion*, по 3 – родам *Magdalis*, *Oxystoma*, *Hypera*, *Sitona*.

Комплекс монодоминантный, его видовая структура имеет формулу ***1фк4ов48мр.*** Массовым видом является типичный обитатель древесного яруса *Callirus abietis*. Обычны в верхнем ярусе *Pissodes castaneus*, *P. pini*, *P. validirostris*, *Strophosoma capitatum*. Фоновый и обычные виды составляют вместе 9,6% числа видов комплекса; они характеризуются высокой степенью верности данному сообществу.

Остальные виды относятся к числу редких и малочисленных: в древесном ярусе это *Magdalis frontalis*, *M. violacea*, *M. phlegmatica*, *Pissodes piniphilus*, *Hylobius excavatus*, *Callirus pinastri*, *Rhyncolus ater*, *Anthonomus phyllocola*, *Brachonyx pineti*; в кустарниковом – *Anthonomus rubi*, *Dorytomus nordenskioeldi*, *D. edoughensis*, *Otiorhynchus grandineus*, *O. tristis*; на травянистых растениях – *Diplapion stolidum*, *Protapion fulvipes*, *P. apricans*, *Apion cruentatum*, *Catapion seniculus*, *Betulapion simile*, *Cyanapion spencii*, *C. gyllenhali*, *Oxystoma opeticum*, *O. subulatum*, *O. cerdo*, *Eutrichapion viciae*, *E. ervi*, *E. punctigerum*, *E.facetum*, *Erirhinus aethiops*, *Larinus sturnus*, *Rhinoncus perpendicularis*, *Zacladus geranii*, *Thamiocolus virgatus*, *Cleopomiarus graminis*, *Miarus ajugae*, *Tychius quinquepunctatus*, *Sibinia pellucens*, *Hypera nigrirostris*, *H. suspiciosa*, *H. viciae*, *Sitona sulcifrons*, *S. lepidus*, *S. lineellus*, *Tanymecus palliatus*, *Phyllobius brevis*, *Otiorhynchus oberti*, *O. ovatus*.

В трофической структуре комплекса преобладают специализированные виды (86%), из которых 42% связаны с бобовыми растениями и 29% – с сосновыми. Многоядные виды составляют 14%.

В экологической структуре основная роль принадлежит лугово-лесным (48%) и лесным (31%) мезофильным видам.

В зоогеографическом составе значительно участие широко распространенных видов – трансевразиатских (36%), транспалеарктических (27%) и западно-центральнопалеарктических (29%), к которым принадлежат все наиболее характерные виды долгоносиков данного биоценоза. В этом плане фауна западно-сибирских со-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сняков мало отличается от аналогичных сообществ европейской части России. Сибирских видов всего 2 (бореo-монтанные *Otiorhynchus oberti* и *O. grandineus*), и они здесь не входят в группу доминантов.

Биоценотический комплекс долгоносиков пихтовых крупнотравных лесов

Пихтовые крупнотравные леса – зональные коренные сообщества, наиболее северный форпост типичных черневых крупнотравных пихтовых лесов гор юга Сибири. В настоящее время их географический ареал ограничен северными отрогами Алтае-Саянской горной области в пределах Томского кряжа на юге Томской и севере Кемеровской области (Зеленая книга Сибири, 1996).

В составе биоценоза пихтового крупнотравного леса (место описания – 28 км ветки Томск–Тайга Кемеровской железной дороги) выявлено 69 видов долгоносиков из 39 родов 6 подсемейств.

Таксономическая структура комплекса близка к таковой в типичной черневой тайге Кузнецкого Алатау (Krivets, 2000): на первом месте по количеству видов находится подсемейство *Entiminae* (23 вида), за ним следуют подсемейства *Curculioninae* (20 видов), *Apioninae* (15 видов), *Ceutorhynchinae* (7 видов), *Lixinae* (3 вида), *Molytinae* (1 вид). Из многовидовых родов выделяются только два – *Sitona* (7 видов) и *Hypera* (6 видов), основная часть родов представлена 1–2 видами каждый.

Видовая структура комплекса имеет формулу ***9фк18ов42мр,*** отличаясь от типичной черневой тайги сдвигом в сторону преобладания малочисленных редких видов. Фоновые и обычные виды составляют вместе 39%.

В древесном ярусе фоновыми являются *Eudipnus mollis* и *Betulapion simile*, обычны *Hylobius excavatus*, *Phyllobius pyri*, *Ph. maculicornis*, *Polydrusus flavipes*, *P. pilosus*, *P. undatus*. Изредка встречается *Polydrusus fulvicornis*.

В подлеске и кустарниковом ярусе фоновым видом выступает *Otiorhynchus grandineus*, обычен здесь *Trichalophus leucon*, локально, в местах с ивой, – *Melanapion minimum*. Редкие виды – *Dorytomus nordenskioeldi*, *D. dorsalis*, *Rhynchaenus lonicerae*, *Orchestes jota*, *Tachyerges salicis*, *T. stigma*, *Anthonomus rubi*, *Trichalophus quadriguttatus*, *Dactylotus globosus*.

В травяном покрове в массе развиваются *Protapion apricans*, *Oxystoma subulatum*, *Eutrichapion facetum*, *Larinus sturnus*, *Pholicodes inauratus*. Обычны *Ceratapion gibbirostre*, *Protapion fulvipes*, *Tatyanapion laticeps*, *Cyanapion spencii*, *C. gyllenhali*, *Rhinocyllus conicus*, *Larinus jaceae*, *Hypera suspiciosa*, *Sitona lineellus*, *Tanymecus palliatus*. К малочисленным редким видам здесь относятся *Protapion varipes*, *Catapion seniculus*, *Oxystoma cerdo*, *Eutrichapion viciae*, *E. ervi*, *Zacladus geranii*, *Rhinoncus bruchoides*, *Ceutorhynchus floralis*, *Prisistus faeculentus*, *Mogulones pallidicornis*, *M. asperifoliarum*, *Hadroplontus litura*, *Cleopomiarus graminis*, *Miarus ajugae*, *Gymnetron veronicae*, *Tychius quinquepunctatus*, *T. stephensi*, *T. picirostris*, *Hypera meles*, *H. nigrirostris*, *H. misella*, *H. diversipunctata*, *H. viciae*, *Sitona ambiguus*, *S. lineatus*, *S. suturalis*, *S. sulcifrons*, *S. longulus*, *S. lepidus*, *Eusomus ovulum*, *Phyllobius contemptus*.

Phyllobius fessus. проявляет себя как массовый константный вид во всех ярусах биоценоза.

Трофическая структура комплекса характеризуется следующими особенностями: многоядных видов 19%, специализированных – 81%. Среди специализированных видов комплекса больше половины составляют виды, трофически связанные с бобовыми растениями (41% от всех видов). На остальных 11 семействах травянистых растений отмечено по 1–6 видов долгоносиков. На хвойных растениях питаются 1 олигофаг и 8 полифагов (13%), на мелколиственных древесных растениях – 9 специализированных и 10 многоядных долгоносиков (28%).

Экологическая структура по соотношению основных групп та же, что в типичной черневой тайге: лугово-лесные мезофилы составляют 54%, лесные мезофилы – 28%, луговые мезофилы – 15%.

В целом по характерным видам и всем показателям структуры комплекс долгоносиков крупнотравных пихтовых лесов Томской области очень сходен с аналогичным комплексом в черневой тайге Кузнецкого Алатау, отличаясь значительным снижением видового разнообразия.

Биоценотический комплекс долгоносиков подтаежных и лесостепных мелколиственных лесов

В мелколиственных лесах (березовых, осиново-березовых, осиновых) развивается самая богатая и разнообразная фауна долгоносиков по сравнению со всеми другими лесными биоценозами Томской области.

Комплекс долгоносиков мелколиственных лесов характеризуется на основе обобщенных описаний нескольких сообществ из следующих географических пунктов: окраина г. Томска; с. Межениновка Томского района (подтайга); д. Еловка Кожевниковского района (ленточно-островная антропогенно-деградационная лесостепь восточной левобережной части Обь-Шегарского междуречья – самый северный вариант лесостепной растительности в районе исследований).

Всего в этих биоценозах отмечено 124 вида долгоносиков из 60 родов 10 подсемейств. По количеству видов на первом месте находится подсемейство *Entiminae* (38 видов), затем идут *Apioninae* (26 видов), *Curculioninae* (31 вид), *Ceutorhynchinae* (15 видов). В подсемействе *Lixinae* 8 видов, *Molytinae* – 2, подсемейства *Erirhininae*, *Cossoninae*, *Baridinae* и *Orobitinae* представлены 1 видом каждое.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Насыщенность видами многовидовых родов высока: *Sitona* – 10 видов, *Phyllobius* – 8 видов, *Otiorhynchus* и *Hypera* – по 7 видов, *Polydrusus* – 5 видов.

Видовая структура комплекса – ***17фк52ов55мр***. Массовые и обычные виды составляют более половины состава (56%), что свидетельствует о благоприятности условий существования и устойчивом характере сообщества.

В древесном ярусе фон создают виды, трофически связанные с березой и осиной – *Betulapion simile*, *Phyllobius pyri*, *Ph. maculicornis*, *Polydrusus flavipes*, *P. undatus*, *Eudipnus mollis*. Обычными видами являются *Magdalis carbonaria*, *Orchestes rusci*, *Tachyerges stigma*, *Anoplus plantaris*, *Phyllobius viridiaeris*, *Polydrusus fulvicornis*, *P. pilosus*, *P. amoenus*. Редкие малочисленные виды, связанные с древесными эдификаторами – *Magdalis carbonaria*, *Phloeophagus turbatus*, *Dorytomus nordenskioeldi*, *Orchestes jota*.

В кустарниковом ярусе в заметной численности встречаются *Furcipus rectirostris*, *Anthonomus rubi*, *Trichalophus quadriguttatus*, *Phyllobius pyri*, *Ph. fessus*, *Eudipnus mollis*, *Otiorhynchus grandineus*. К редким видам здесь относятся *Melanapion minimum*, *Magdalis ruficornis*, *Coeliodes nigritarsis*, *Ellescus scanicus*, *E. bipunctatus*, *Dorytomus taeniatus*, *D. salicinus*, *Tachyerges stigma*, *Isochnus populicola*, *Archarius crux*, *A. salicivorus*, *Trichalophus leucon*, *Phyllobius crassipes*, *Otiorhynchus tristis*.

В травяном ярусе по численности преобладают виды, связанные с бобовыми растениями: *Protapion apricans*, *Catapion seniculus*, *Oxystoma cerdo*, *Eutrichapion viciae*, *Tychius picirostris*, *Hypera meles*, *H. suspiciosa*, *Sitona suturalis*, *S. sulcifrons*, *S. lepidus*, *S. lineellus*, а также *Pholicodes inauratus*.

Обычными обитателями травостоя являются *Omphalapion hookerorum*, *Diplapion stolidum*, *Protapion fulvipes*, *P. varipes*, *Perapion oblongum*, *Tatyanapion laticeps*, *Cyanapion spencii*, *C. gyllenhali*, *Oxystoma opeticum*, *O. subulatum*, *Eutrichapion ervi*, *E. punctigerum*, *E. facetum*, *Rhinocyllus conicus*, *Larinus jaceae*, *L. sturnus*, *Lixus iridis*, *L. fasciculatus*, *L. bardanae*, *Ceutorhynchus floralis*, *Nedyus quadrimaculatus*, *Cionus hortulanus*, *Miaromimus graminis*, *Gymnetron antirrhini*, *Tychius quinquepunctatus*, *T. stephensi*, *Hypera rumicis*, *H. nigrirostris*, *H. viciae*, *Sitona ambiguus*, *S. lineatus*, *S. lateralis*, *S. longulus*, *Tanymecus palliatus*, *Phyllobius brevis*, *Ph. thalassinus*, *Otiorhynchus ovatus*, *Peritelus leucogrammus*.

Изредка в сборах в травяном покрове мелколиственных лесов попадаются *Ceratapion gibbirostre*, *Aizobius sedi*, *Perapion violaceum*, *P. marchicum*, *P. connexum*, *Apion cruentatum*, *Cyanapion afer*, *Grypus equiseti*, *Larinus turbinatus*, *Cyphocleonus trisulcatus*, *Baris artemisiae*, *Rhinoncus pericarpius*, *Rh. castor*, *Zacladus geranii*, *Ceutorhynchus scapularis*, *C. floralis*, *Glocianus punctiger*, *Mogulones larvatus*, *M. asperifoliarum*, *Hadroplontus litura*, *Microplontus triangulum*, *Thamiocolus virgatus*, *Th. nubeculosus*, *Trichosirocalus barnevillei*, *Orobitis cyaneus*, *Sibinia pellucens*, *Donus lepidus*, *Hypera adspersiformis*, *H. diversipunctata*, *Sitona obscurata*, *S. cylindricollis*, *Phyllobius contemptus*, *Eusomus ovulum*, *Otiorhynchus politus*, *O. raucus*, *O. oberti*, *O. pullus*.

Трофически специализированные виды составляют 78% комплекса. Более трети из них (33%) связаны с бобовыми растениями, 14% – с сложноцветными, 13% – с ивовыми, 11% – с гречишными, 10% – с березовыми, 5% – с розоцветными. Остальные виды распределены по 1–3 между 12 семействами кормовых растений. На древесных эдификаторах сообществ (березе и осине) с учетом полифагов питаются 30 видов (24%).

В экологической структуре превалируют лугово-лесные мезофилы – 46%. Лесные мезофильные и гидромезофильные виды составляют 28%. В связи с разнообразием травяного покрова и значительным участием в нем луговых видов растений в составе комплекса существенно представлены типично луговые виды долгоносиков (луговые мезофилы – 20%, луговые ксеромезофилы – 5%).

В зоогеографической структуре самой многочисленной группой являются западно-центральнопалеарктические виды (39%), за ними располагаются трансевразиатские (24%) и транспалеарктические (20%). В заметном количестве (6%) в составе парциальной фауны мелколиственных лесов присутствуют сибирские виды (*Donus lepidus*, *Hypera adspersiformis*, *Trichalophus leucon*, *T. quadriguttatus*, *Sitona obscuratus*, *Otiorhynchus oberti*, *O. grandineus*).

Биоценотический комплекс долгоносиков пойменных лесов Среднего Приобья

В обской пойме среди лесной растительности наибольшее распространение имеют ивовые, тополевые, ивово-тополевые и ивово-тополево-осиновые насаждения. Развиваются они преимущественно в прирусловой части поймы и в их формировании участвуют древовидные и кустарниковые виды ив, тополя (белый и осокорь) и осина (Крылов, 1963).

Травяной покров в этих лесах на низких экологических уровнях поймы отсутствует, а на высоких уровнях представляет малоспецифичный злаково-разнотравный ярус из растений окружающих пойменных лугов.

В данном сообщении приведена характеристика наиболее специфичного для этого сообщества комплекса долгоносиков-дендробионтов. Состав обитателей травяного покрова поймы Средней Оби обсужден ранее (Кривец, 1998).

С пойменными лесами связана весьма разнообразная фауна долгоносиков, основу которой составляют виды, связанные с эдификаторами этих сообществ (Кривец, 1979).

Комплекс дендробионтных долгоносиков пойменных лесов Средней Оби и ее притоков представлен 40 вида-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ми из 15 родов 6 подсемейств: *Apioninae* (3), *Molytinae* (2), *Cryptorhynchinae* (1), *Curculioninae* (22) и *Entiminae* (12). От других лесных комплексов долгоносиков Томской области он отличается значительной специфичностью таксономической структуры, в которой 52% видов относится к подсемейству *Curculioninae,* в том числе 25% видового состава приходится на род *Dorytomus*. В экологическом плане преобладают гигрофильные и лесные мезофильные виды со специализированным питанием на растениях семейства *Salicaceae* и с высокой степенью верности данному биоценозу (76% видов). Многоядные виды, широко распространенные и массовыя в других лесных биоценозах Томской области, здесь никогда не выходят в разряд доминантов.

Интрозональный (интраполизональный, по Ю.И. Чернову, 1975) характер сообществ пойменных лесов проявляется в том, что количество видов, встречаемость и обилие долгоносиков изменяются в них на протяжении среднеобской поймы незначительно. Видовая структура комплекса – ***10 фк20ов10мр***. Как в южных, так и в центральных и северных районах Томской области в локальных описаниях фиксируются 33–36 видов, константными и массовыми среди которых повсюду являются *Melanapion minimum*, *Lepyrus volgensis*, *Acalyptus carpini*, *Tachyerges stigma*, *Isochnus populicola, Archarius salicivorus*, *Chlorophanus sibiricus, Phyllobius obovatus, Ph. dorsalis*. В южных районах высокой численностью характеризуется *Dorytomus minutus*.

К числу обычных видов относятся *Lepyrus palustris*, *Cryptorhynchus lapathi*, *Rutidosoma globulus*, *Ellescus scanicus*, *E. bipunctatus*, *E. infirmus*, *Dorytomus taeniatus*, *D. nordenskioeldi*, *D. longimanus*, *D. salicinus*, *D. ictor*, *Tachyerges salicis*, *Isochnus flagellum*, *Phyllobius pyri*, *Ph. fessus*, *Ph. maculicornis*, *Polydrusus corruscus*, *P. flavipes*, *P. pilosus*, *P. undatus*.

Редко встречаются и малочисленны *Betulapion simile*, *Dorytomus dejeani*, *D. edouughensis*, *D. nebulusus*, *D. hirtipennis*, *D. sahlbergi*, *Tachyerges pseudostigma*, *Archarius crux*, *Polydrusus fulvicornis*, *P. amoenus*.

В прирусловых лесах Средней Оби долгоносики являются одной из ключевых по видовому разнобразию и численности групп насекомых, пионерами, осваивающими пойменную растительность с самых начальных этапов ее развития. С момента появления на песчаных островах и низких экологических уровнях поймы на речном аллювии густой поросли *Salix triandra* и *S. viminalis* она заселяется долгоносиками, одновременно с ивовыми листоедами и пилильщиками. На этой стадии развития ивняков в них в массе встречаются наиболее влаголюбивые виды – *Phyllobius dorsalis, Chlorophanus sibiricus, Lepyrus volgensis*.

Численность жуков в индивидуальных консорциях в пойменных лесах может быть весьма значительной. Так, в один из учетов с листьев ветки ивы около 20 см длиной было собрано 28 экземпляров *Isochnus populicola*. Многочисленны долгоносики этого вида на поросли ив в прирусловой части поймы Оби. Питаясь на нижней стороне листьев, они оставляют своеобразные повреждения – «окошечки», затянутые верхним эпидермисом. На одном листе в 15 см длины и 3 см ширины насчитывалось 70 таких окошечек. Высокая концентрация в травостое под *Salix alba* была выявлена у *Dorytomus minutus*, когда энтомологическим сачком в течение одного непродолжительного учета было собрано около 100 экз. жуков этого вида.

Своеобразие комплекса подчеркивается не только таксономическим и экологическим составом, но и зоогеографической структурой, в которой заметное участие (10% всего видового состава) принимают сибирские виды – *Dorytomus sahlbergi, Chlorophanus sibiricus*, *Phyllobius dorsalis*, *Ph. obovatus*, причем три последних вида являются доминантами биоценоза.

Проведенный анализ состава и структуры дендрофильной фауны жуков-долгоносиков Томской области позволяет оценить ее биоценотическую дифференциацию и на зоологическом материале продемонстрировать уникальные черты каждого лесного сообщества.

Литература

Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества / Под ред. И.Ю. Коропачинского. Новосибирск: Наука, 1996. 387 с.

Кривец С.А. Жуки-долгоносики (Coleoptera, Curculionidae) на ивах в Томской области // Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1979. С. 101–109.

Кривец С.А. Общая характеристика фауны жуков-долгоносиков пойменных биогеоценозов Средней Оби // Чтения памяти Ю.А. Львова. II межрегиональная экологическая конференция. Томск, 1998. С. 55–56.

Krivets S.A. Particular features of composition and structure of weevil fauna (Insecta, Coleoptera: Apionidae, Curculionidae) in some taiga ecosystems of south-eastern part of West Siberia // Biodiversity and Dynamics of Ecosystems in North Eurasia. Novosibirsk, Russia, August 21–26, 2000. Novosibirsk: IC&G, 2000.Vol. 3. P. 1. Pp. 71–73.

Крылов Г.В. Леса поймы р. Оби и вопросы лесного хозяйства // Тр. Том. ун-та. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1963. Т. 152. С. 268–278.

Песенко Ю.А. Методологические аспекты частного зоогеографического районирования как способа изучения закономерностей распространения животных и формирования фауны // Теоретические аспекты зоогеографии и систематики / Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. СПб., 1991. Т. 234. С. 48–62.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

К ИЗУЧЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАСЕКОМЫХ-ДЕНДРОФАГОВ В ЛЕСАХ ПРИКЕТЬЯ

С.А. Кривец, С.В. Высотина, Е.Н. Милькина
Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
fil@forest.tsc.ru

Сведения о дендрофильных насекомых Прикетья – одного из самых лесных районов Томской области, расположенного на границе средней и южной тайги, до настоящего времени представлены в научной литературе недостаточно полно и относятся, прежде всего, к важнейшим видам вредителей леса (Коломиец, 1965, 1967; Коломиец, Майер, 1963; Коломиец, Косинская, Майер, 1971; Киселева, 1950, 1952а,б; Никифоров, 1970).

Результаты исследований последних лет, включающие как собственные сборы авторов, так и материалы специальных лесопатологических экспедиций, позволяют существенно дополнить знания о лесных насекомых этого района.

К настоящему времени в лесах Прикетья зарегистрировано 118 видов насекомых-дендрофагов из 47 семейств 6 отрядов. Значком * отмечены массовые виды.

1. Отряд *Homoptera* – равнокрылые хоботные.

Семейство *Phylloxeridae* – хермесы: *Aphrastasia pectinatae* Chol.* – бурый елово-пихтовый хермес.

Семейство *Aphididae* – тли: *Pemphigus bursarius* L.* – сумчатая тополевая тля.

2. Отряд *Hemiptera* – полужесткокрылые.

Семейство *Aradidae* – подкорные клопы: *Aradus pictus* Baer.*

Семейство *Acanthosomatidae* – древесные щитники: *Elasmucha dorsalis* Jak.; *Elasmostethus interstinctus* L.

Семейство *Pentatomidae* – щитники: *Pitedia pinicola* Muls.* – питедия сосновая; *Dolycoris baccarum* L. – ягодный клоп; *Eurydema oleracea* L. – рапсовый клоп.

3. Отряд *Coleoptera* – жесткокрылые.

Семейство *Scarabaeidae* – пластинчатоусые: *Cetonia aurata* L. – бронзовка золотистая; *Potosia lugubris* Hrbst. – бронзовка мраморная; *Melolontha hippocastani* F.* – восточный майский хрущ; *Amphimallon solstitialis* L. – нехрущ июньский; *Oryctes nasicornis* L. – жук-носорог; *Anomalia dubia* Scop. – полевой хрущик.

Семейство *Ptinidae* – притворяшки: *Ptinus sexpunctatus* Pz.

Семейство *Elateridae* – щелкуны; *Selatosomus laevicollis* Mannh.; *S.melancholicus* F.*; *S. aeneus* L. – щелкун блестящий; *S. impressus* F.; *Adelocera fasciata* L.; *A. conspersa* Gyll. – щелкун крапчатый; *Agriotes sputator* L.* – щелкун посевной малый; *Elater balteatus* L.; *Corymbites castaneus* L. – щелкун каштановый.

Семейство *Buprestidae* – златки: *Buprestis mariana* L. – большая сосновая златка; *Ancylocheira rustica* L. – обыкновенная хвойная златка; *Phaenops cyanea* F. – синяя сосновая златка; *Melanophila acuminata* Deg. – златка пожарищ.

Семейство *Colydiidae* – узкотелки: *Bitoma crenata* F. – узкотелка перевязанная.

Семейство *Oedemeridae* – узкокрылки: *Ditylus laevis* F.

Семейство *Lagriidae* – мохнатки: *Lagria hirta* L. – мохнатка обыкновенная.

Семейство *Tenebrionidae* – чернотелки: *Upis ceramboides* L.; *Cylindronotus dermestoides* Ill.

Семейство *Cerambycidae* – усачи: *Monochamus urussovi* Fisch.* – большой черный еловый усач; *M. sutor* L.* – малый черный еловый усач; *M. galloprovincialis pistor* Germ. – черный сосновый усач; *Acanthocinus aedilis* L. – серый длинноусый усач; *Criocephalus rusticus* L. – комлевой сосновый усач; *Tetropium castaneum* L. – блестящегрудый еловый дровосек; *Lamia textor* F. – ивовый усач; *Callidium violaceum* L. – плоский фиолетовый усач; *Leptura rubra* L. – лептура красная; *L. virens* L. – лептура зеленая; *Leptura livida* F. – лептура желтая; *Pogonocherus fasciculatus* Deg. – сосновый вершинный усачик; *Rhagium inquisitor* L. – рагий ребристый; *Strangalia quadrifasciata* L. – странгалия четырехполосная; *Judolia erratica* Dalm.

Семейство *Chrysomelidae* – листоеды: *Lochmaea capreae* L. – козявка ивовая; *Chrysolina saliceti* Wse. – краснокрылый ивовый листоед; *Chrysomela cuprea* F. – листоед медный; *Ch. populi* L. – краснокрылый тополевый листогрыз; *Ch. tremulae* F. – краснокрылый осиновый листоед; *Pyrrhalta lineola* F.* – ивовый желтый листоед.

Семейство *Attelabidae* – трубковерты: *Byctiscus betulae* L. – березовый трубковерт.

Семейство *Curculionidae* – долгоносики: *Hylobius excavatus* (Laich.); *Callirus abietis* L.* – большой сосновый слоник; *Pissodes pini* L. – сосновая смолевка; *Rhyncolus ater* L.; *Lepyrus volgensis* Fst.*; *Dorytomus edoughensis* Desbr.; *Dorytomus nordenskioeldi* Fst.; *Orchestes rusci* Hbst.; *Tachyerges calceatus* L.; *Isochnus populicola* Silf.; *Tanymecus palliatus* F. – серый многоядный долгоносик; *Strophosoma capitatum* Deg. – яйцевидный долгоносик; *Polydrusus undatus* F. – березовый слоник; *Otiorhynchus ovatus* L. – малый черный скосарь; *Otiorhynchus grandineus* Germ. – смородиновый скосарь; *Brachysomus echinatus* Bonsd. – щетинистый слоник; *Magdalis violacea* L. – фиолетовый сосновый долгоносик.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Семейство *Scolytidae* – короеды: *H. ater* Payk. – корнежил сосновый; *Tomicus piniperda* L.* – большой лесной садовник; *T. minor* L. – малый лесной садовник; *Ips sexdentatus Boern.** – короед-стенограф; *Scolytus ratzeburgi* Jans. – березовый заболонник; *Orthotomicus laricis* F. – малый лиственничный короед; *O. proximus* Eichh. – короед валежный.

4. Отряд *Diptera* – двукрылые.

Семейство *Cecidomyidae* – галлицы: *Harmandia cavernosa* Rubs. – галлица осиновая двусторонняя; *Rhabdophaga rosaria* Lb. – ивовая розообразующая галлица; *Dasyneyra pierreana* Kieff. – ивовая полосатая галлица.

Семейство *Agromyzidae* – минирующие мушки: *Phytagromyza populi* Kalb. – тополевая минирующая мушка.

5. Отряд *Hymenoptera* – перепончатокрылые.

Семейство *Pamphilidae* – паутинные пилильщики: *Acantholyda posticalis* Mats.* – звездчатый пилильщик-ткач.

Семейство *Argidae: Arge pullata* Zd.* – березовый бородавчатый пилильщик.

Семейство *Cimbicidae: Cimbex femorata* L. – большой березовый пилильщик.

Семейство *Diprionidae: Gilpinia polytoma* Hart. – еловый общественный пилильщик; *Neodiprion sertifer Geoffr.** – рыжий сосновый пилильщик; *Diprion pini* L.* – обыкновенный сосновый пилильщик.

Семейство *Tenthredinidae* – обыкновенные пилильщики: *Croesus septentrionalis* L.* – березовый северный пилильщик.

6. Отряд *Lepidoptera* – чешуекрылые.

Семейство *Lithocollectidae* – моли-пестрянки: *Lithocolletis comparella* Z. – тополевая моль-пестрянка; *L. populifoliella* Z. – тополевая моль-пестрянка разрисованная.

Семейство *Stigmellidae* – моли-малютки: *Stigmella laponica* Wck. – лапландская моль-малютка.

Семейство *Tortricidae* – листовертки: *Retinia resinella* L. – побеговьюн-смолевщик.

Семейство *Iponomeutidae* – горностаевые моли: *Iponomeuta evonymellus* L. – горностаевая моль черемуховая.

Семейство *Pyralididae* – огневки: *Dioryctria abietella* Schiff. – шишковая огневка.

Семейство *Pieridae* – белянки: *Gonepteryx rhamni* L. – лимонница обыкновенная; *Aporia crataegi* L.* – боярышница.

Семейство *Nymphalidae* – нимфалиды: *Limenitis populi* L.* – ленточник тополевый; *Vanessa antiopa* L.* – траурница.

Семейство *Sphingidae* – бражники: *Sphinx pinastri* L. – сосновый бражник.

Семейство *Nonodontidae* – хохлатки: *Dicranura vinula* L. – обыкновенная гяарпия.

Семейство *Geometridae* – пяденицы: *Bupalus piniarius* L. – сосновая пяденица; *Ectropis bistortata* Goeze – пихтовая пяденица; *Boarmia crepuscularia* Schiff.* – дымчатая сумеречная пяденица; *Ellopia fasciaria* L. – хвойная пяденица; *Semiothisa signaria* Hbn. – еловая углокрылая пяденица.

Семейство *Endromididae* – березовые шелкопряды: *Endromis versocolora* L. – березовый шелкопряд.

Семейство *Lasiocampidae* – коконопряды: *Dendrolimus pini* L. – сосновый шелкопряд; *D. superans sibiricus* Tschtv.* – сибирский шелкопряд; *Cosmotriche lunigera* Esp. – лунчатый шелкопряд.

Семейство *Lymantriidae* – волнянки: *Leucoma salicis* L.* – обыкновенная ивовая волнянка; *Orgyia antiqua* L. – античная волнянка; *Dasychira abietis* Schiff. – хвойная волнянка; *Ocneria monacha* L. – монашенка.

Семейство *Noctuidae* – совки: *Panolis flammea* Schiff. – сосновая совка; *Catocala fraxini* L. – ленточница голубая.

Семейство *Arctiidae* – медведицы: *Lithosia quadra* L. – четырехпятнистая лишайница.

Литература

Киселева Е.Ф. Вредные насекомые сосны Томской области и меры борьбы с ними // Учен. зап. Том. ун-та. 1952а. № 18. С. 67–68.
Киселева Е.Ф. Вредители кедра Томской области и меры борьбы с ними // Учен. зап. Том. ун-та. 1950. № 15. С. 85–100.
Киселева Е.Ф. Обзор вредных насекомых Томской области и меры борьбы с ними // Тр. Том. ун-та. 1952б. 118. С. 47–60.
Коломиец Н.Г., Майер Э.И. Важнейшие вредители лесов Томской области и меры борьбы с ними. Томск, 1963. 35 с.
Коломиец Н.Г. Звездчатый пилильщик-ткач. Новосибирск: Наука, 1967. 134 с.
Коломиец Н.Г. Дымчатая сумеречная пяденица – вредитель лесов Западной Сибири // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. Сер. биол. наук. 1965. № 4. Вып. 1. С. 105–112.
Коломиец Н.Г., Косинская И.С., Майер Э.И. Враги леса (самые опасные насекомые и грибные болезни в лесах Приобья). Томск, 1971. 71 с.
Никифоров Г.М. Состояние популяций сибирского шелкопряда в лесах Томской области // Лесное хозяйство. 1970. № 11. С. 56–57.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.С. Москвитина, Л.Б. Кравченко, Е.Г. Незнамова, Н.Г. Сучкова, О.А. Прочан
Томский государственный университет, г. Томск
zoo@bio.tsu.ru

Значительный поток энергии, который протекает в экосистемах через популяции мелких млекопитающих – насекомоядных и грызунов, постоянно привлекает внимание исследователей к этой группе консументов. Исключительно высокая степень видового разнообразия и фаунистическая гетерогенность населения мелких млекопитающих юго-востока Западной Сибири (Лаптев, 1958; Москвитина, Сучкова, 1988; Равкин и др., 1996) отражает исторические и экологические процессы его формирования, взаимопроникновение представителей разных фаунистических комплексов и соответствует свойственной региону мозаичности условий. Для исследуемой территории характерна устойчивая и богатая кормовая база мелких млекопитающих, в силу чего в их рацион незначительно включаются малопитательные, плохо перевариваемые корма (мхи, лишайники, грибы).

Население мелких млекопитающих данной территории представляет в целом двух-, реже – трехдоминантную систему с преобладанием по численности таких видов, как обыкновенная бурозубка, красная и рыжая полевки. В отдельных случаях в число доминантов попадают полевка-экономка и узкочерепная (Москвитина и др., 1998).

Целью настоящего сообщения является анализ многолетних динамических характеристик ряда сообществ мелких млекопитающих в различных биогеоценозах южной тайги Западной Сибири, выявление закономерностей изменчивости видового разнообразия и биомассы, тенденций этих процессов в антропогенно нарушенных условиях. Оценивались следующие показатели: суммарное обилие, видовое разнообразие сообщества (индекс Шеннона), биомасса (г/га сырого веса).

Поскольку продуктивность гетеротрофов тесно связана с характером их питания, представляется необходимым изложить некоторые его аспекты в связи с особенностями кормовой базы. В Западной Сибири в питании одного из массовых видов – красной полевки – большую роль играют семена кедра (Лаптев, 1958; Юдин и др., 1979; Москвитина и др., 1986). Это очень «удобный» вид корма, так как в шишках семена могут сохраняться длительное время, кроме того, животным не надо затрачивать энергию на собирательство, поскольку крупные семена в небольшом количестве удовлетворяют их потребности. После обильного урожая встречаемость семян кедра в желудках красных полевок до мая–июня следующего года составляет 51,3–77,8%, снижаясь к августу из-за истощения их запасов в подстилке. Еще большее значение как кормовой объект семена кедра имеют для азиатской лесной мыши, составляя в желудках от 87,9 до 94,4%. Вместе с тем следует подчеркнуть нестабильность этого вида корма, поскольку урожайные годы, следующие друг за другом, – явление нечастое, в силу чего красная полевка включает в свой рацион семена трав (до 61,8%), различные ягоды, которые в зависимости от урожайности могут составлять от 36,8 до 100%. В лиственных лесах при совместном обитании трех видов лесных полевок трофическая составляющая их экологических ниш имеет разную ширину. У *Clethrionomys rutilus*, *Cl. glareolus* и *Cl. rufocanus* она составляет соответственно 1,34; 1,07 и 0,73, качественно отличаясь тем, что при сходном видовом наборе кормов у первых двух видов красная полевка в большей степени потребляет семенные корма. Красно-серая полевка зеленоядна, но в отдельные годы чаще, чем рыжая полевка, использует в пищу ягоды (Кравченко, 1999). Кормовая база серых полевок, питающихся преимущественно вегетативными частями растений, лимитирована в меньшей степени, поскольку основной ограничивающий фактор – засуха – в Западной Сибири бывает редко. Всеядность полевой мыши обеспечивает возможность существования вида в среде, нарушаемой деятельностью человека, поэтому его отличает отчетливая тенденция к синантропизму, особенно проявляющаяся на пределе ареала (Ивантер, 1975; Москвитина, Сучкова, 1994).

Как показывают наши исследования, при значительной общности видового состава мелких млекопитающих различных биогеоценозов их суммарное обилие, индексы видового разнообразия и биомасса имеют как различный уровень, так и своеобразную динамику (рис. 1–6). Обращает на себя внимание, что лишь для одного сообщества, находящегося в ненарушенных условиях пойменного леса отмечается правильная цикличность суммарного обилия с периодом в 3 года. Напротив, ациклическим типом динамики характеризуется сообщество в зоне действия ТНХЗ, где в течение 6 лет отмечалась тенденция последовательного снижения суммарного обилия, сменившаяся резким увеличением данного показателя в особо благоприятный по внешним условиям год (см. рис. 1).

Сходным типом динамики отличаются сообщества в припоселковых лесных массивах – в чистом кедровнике (Протопопово) и смешанном лесу со значительной примесью кедра (Заварзино). В целом они характеризу-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

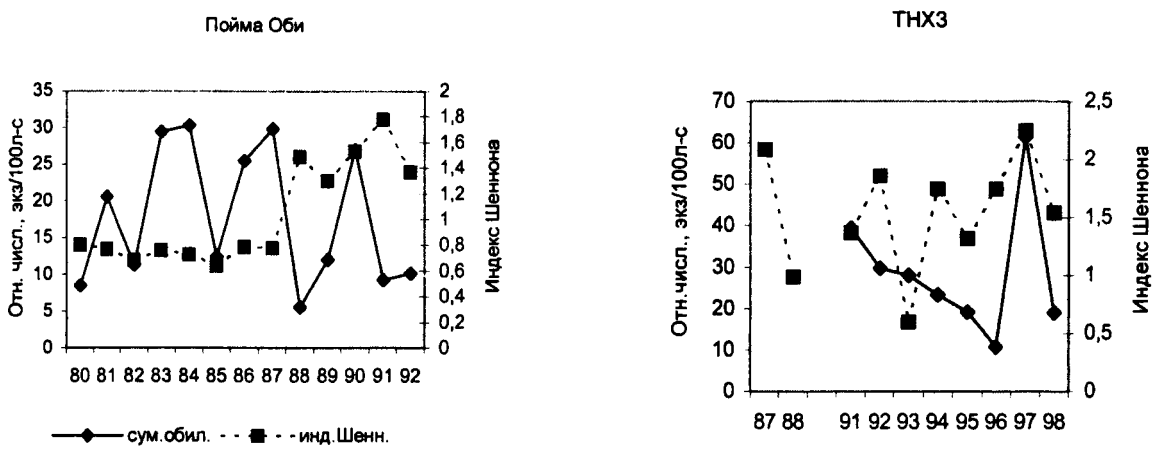


Рис. 1

ются менее выраженной цикличностью по сравнению с пойменным сообществом. Обращает на себя внимание отчетливое совпадение максимальных и минимальных показателей обилия по годам. Проведенный ранее анализ показал, что синхронизирующим фактором в данном случае выступает урожай кедра. При этом в чистом кедровнике подстилочный запас ореха после урожайного года значительно выше, что, в свою очередь, способствует растягиванию процесса снижения суммарной численности грызунов (рис. 2).

Прерывистость наблюдений в осиново-сосновом лесу в окрестностях с. Киреевск не позволяет детально представить особенности многолетней динамики, но на имеющемся промежутке времени выявляются двухлетние циклы (рис. 3).

Интересно отметить, что только здесь (1994–1998 гг.) совпадает ход кривых суммарного обилия и показателя Шеннона. В прочих сообществах эти два показателя изменяются в целом независимо, однако в большинстве случаев наибольшее видовое разнообразие характерно для сообществ на стадии нарастания и пика суммарной численности (см. рис. 1–3).

Длина временных рядов при расчете биомассы составляла от 6 до 11 лет. Наибольшей биомассой и меньшей изменчивостью этого показателя по годам отличаются сообщества припоселковых кедровников (рис. 4), кратность изменений составляет здесь 3,5–4,8 раза, в то время как в других – от 6,0 до 15,7 раза.

Практически в любом биоценозе больший размах показателя биомассы характерен для насекомоядных, при этом их вклад в общий показатель значителен (36,4–48,7%) лишь в отдельные годы. Безусловным доминан-

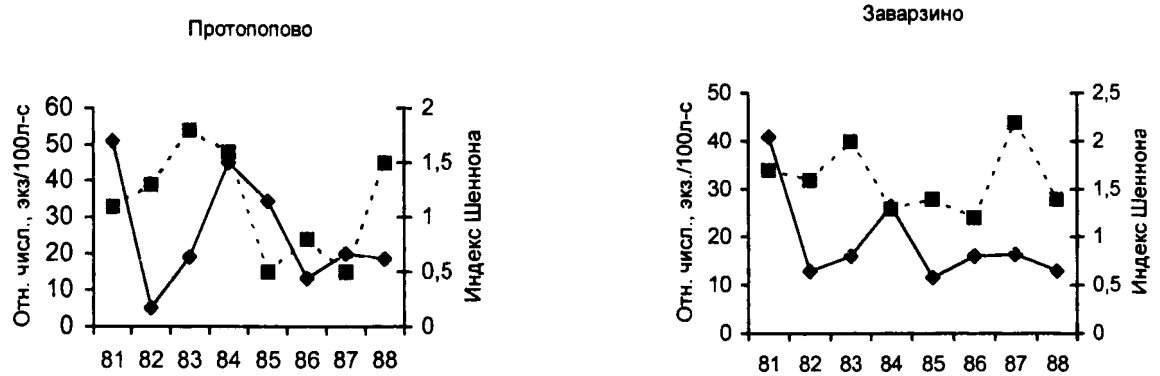


Рис. 2

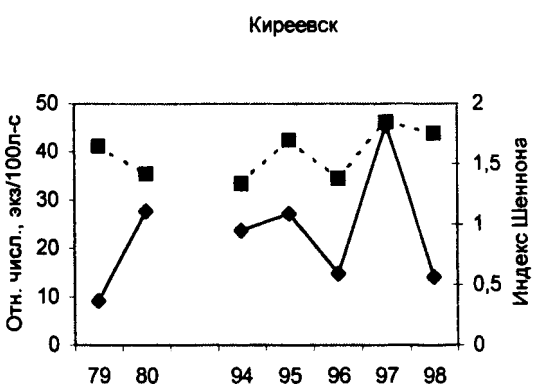


Рис. 3

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

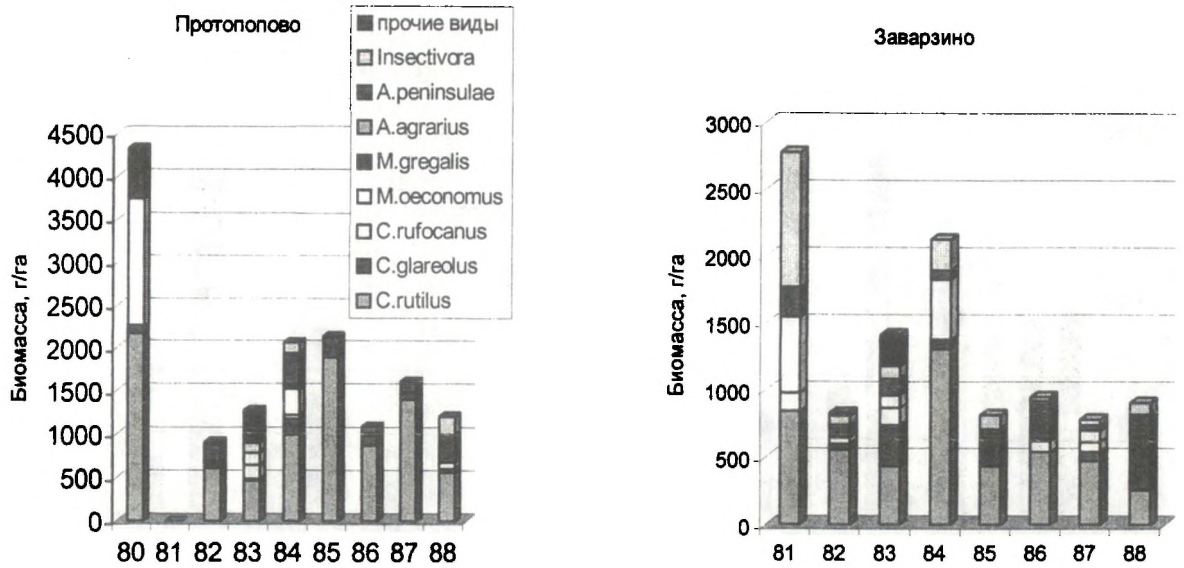


Рис. 4

том по биомассе среди насекомоядных является обыкновенная бурозубка, другие виды составляют пренебрежимо малую долю. Грызуны – более стабильная по биомассе часть сообщества мелких млекопитающих, определяемая не только видовым разнообразием, но и размерными характеристиками того или иного вида. Например, незначительное увеличение численности таких крупных видов, как красно-серая полевка и полевка-экономка может способствовать заметному увеличению биомассы грызунов в целом. Азиатская лесная мышь при численности, не превышающей 4–5 особей на 100 ловушко-суток, может составлять в кедровниках 26,4–37,4% биомассы сообщества. Как отмечалось ранее (Москвитина и др., 1989), при одинаковой плотности красной и европейской рыжей полевок биомасса последней бывает в два раза выше.

В разных сообществах вклад отдельных видов грызунов в общую биомассу во многом зависит от кормовой емкости биотопа, включающей разнообразие и обилие пищи. Отчетливо это можно продемонстрировать на примере припоселковых кедровников – как чистых, так и смешанных. В первом случае основу биомассы составляет красная полевка – от 36,8 до 89,4% в разные годы, при этом показатели тесно связаны с предыдущим урожаем кедра, вплоть до того, что высокие урожаи могут стимулировать зимнее размножение полевок, обеспечивая высокую численность (Москвитина, 1999). Способность красной полевки использовать и другие виды корма обеспечивает относительную стабильность биомассы вида в данном биогеоценозе и высокие показатели, реализуемые при употреблении высококалорийных семян кедра. Так, максимальная биомасса вида (2164 г/га) превышает таковую в других биотопах в 1,7–5,3 раза, кратность изменений от минимума (468,7 г/га) до отмеченного выше максимума составляет 4,6 раза (рис. 4–6).

Только в этом биотопе заметных значений (до 26,4%) достигает азиатская лесная мышь, рацион которой также включает семена кедра. Иные соотношения видов характерны для лиственного пойменного леса, где преимущественный вклад вносят два вида лесных полевок – красная и рыжая, биомасса которых составляет от 59,3 до 100% в разные годы. Лишь в отдельных случаях этот показатель снижается до 35,4%, уступая красно-серой и полевке-экономке (52,2%).

Увеличение видового разнообразия в зоне влияния ТНХК поддерживает достаточно высокий уровень биомассы мелких млекопитающих, структура которой отличается от таковой на других участках. Здесь значительна роль обыкновенной бурозубки, рыжей и красной полевок и полевки-экономки (см. рис. 5).

Только в этом биотопе заметных значений (до 26,4%) достигает азиатская лесная мышь, рацион которой также включает семена кедра. Иные соотношения видов характерны для лиственного пойменного леса, где преимущественный вклад вносят два вида лесных полевок – красная и рыжая, биомасса которых составляет от 59,3 до 100% в разные годы (см. рис. 6). Лишь в отдельных случаях этот показатель снижается до 35,4%, уступая красно-серой и полевке-экономке (52,2%).

Увеличение видового разнообразия в зоне влияния ТНХК поддерживает достаточно высокий уровень биомассы мелких млекопитающих, структура которой отличается от таковой на других участках. Здесь значительна роль обыкновенной бурозубки, рыжей и красной полевок и полевки-экономки (см. рис. 5). Колебания показателей биомассы – 15,7 раза – характеризуют данное сообщество как наименее стабильное.

Продуктивность консументов и первого, и второго порядков зависит также от комплекса экзогенных факторов, в первую очередь определяющих сроки начала размно-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

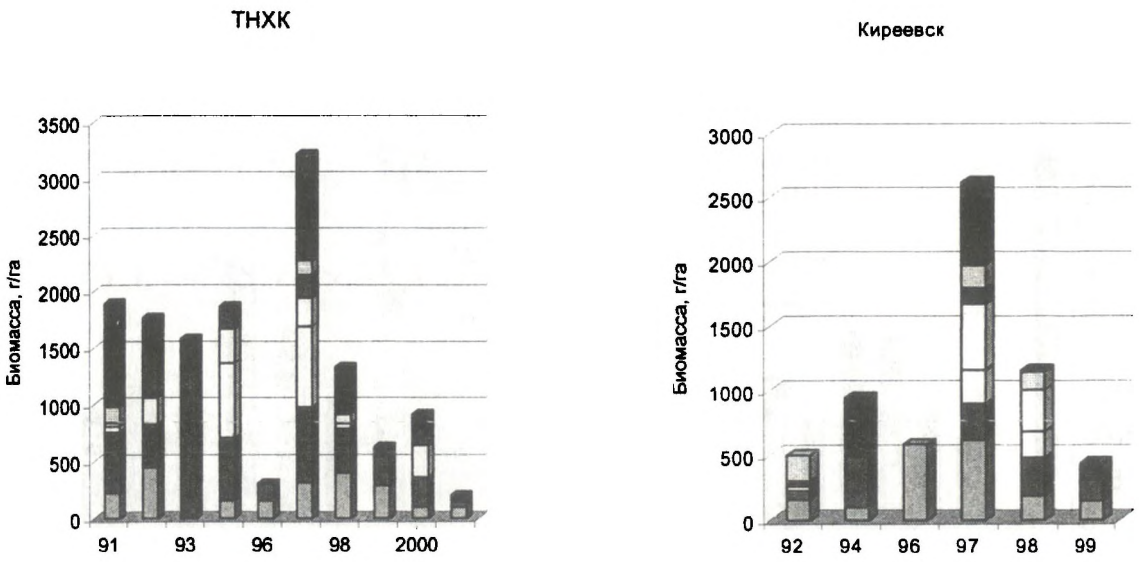


Рис. 5

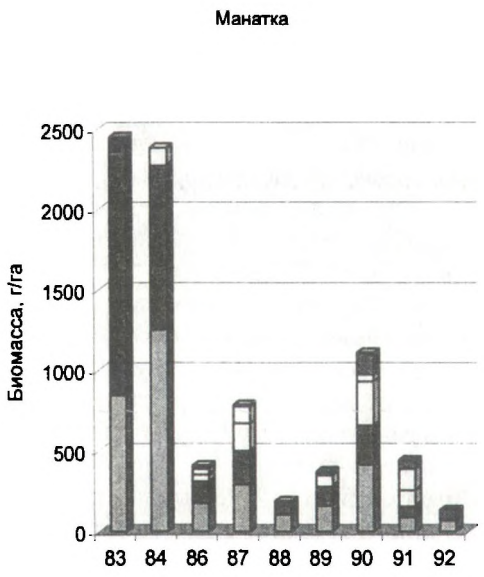


Рис. 6

жения и его интенсивность. Мы имели возможность оценить это на примере одного года (1997), исключительного по высоким и устойчивым весенним температурам, ранней вегетации растений и соответственно раннему размножению мышевидных. Это обеспечило максимальную за ряд лет биомассу мелких млекопитающих (см. рис. 5).

Таким образом, стабильность и уровень биомассы мелких млекопитающих в различных местообитаниях не всегда линейно сопряжены с видовым разнообразием. Самыми продуктивными оказались сообщества припоселковых кедровников, обладающие относительно низким видовым богатством. Вместе с тем сравнительно невысокая изменчивость показателя биомассы свидетельствует о постоянстве потока энергии, проходящего через эти сообщества, а следовательно, и об их стабильности. К ощутимой дестабилизации сообщества, свидетельством чего является межгодовая изменчивость биомассы, приводит длительное техногенное воздействие.

Литература

Ивантер Э.В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1975. 246 с.

Лаптев И.П. Млекопитающие таежной зоны Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1958. 285 с.

Кравченко Л.Б. Динамика сообщества и популяционные особенности лесных полевок (р. Clethrionomys) поймы Средней Оби. Автореф. канд. дис... Томск, 1999. 22 с.

Москвитина Н.С., Нехорошев О.Г, Николаева О.Г., Савчук Д.А., Сучкова Н.Г. Роль мелких млекопитающих в кедровых лесах Томского Приобья // Четвертый съезд Всес. Териол. Общества. М., 1986. Т. 1. С. 289–290.

Москвитина Н.С., Сучкова Н.Г. Млекопитающие Томского Приобья и способы их изучения. Томск: Изд-во ТГУ, 1988. 184 с.

Москвитина Н.С., Сучкова Н.Г. О популяционных адаптациях синурбизированных видов грызунов в городской среде // Актуальные вопросы биологии. Барнаул, 1994. С. 124–127.

Москвитина Н.С., Сучкова Н.Г., Николаева О.Г., Кравченко Л.Б. Популяционные отличия биопродуктивности фоновых видов мелких млекопитающих // Биопродуктивность и биоценотические связи наземных позвоночных юго-востока Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1989. С. 111–121.

Москвитина Н.С., Незнамова Е.Г., Кравченко Л.Б., Прочан О.А., Сучкова Н.Г. Сообщества мелких млекопитающих и их динамика в лесах Томского Приобья // Биологическое разнообразие животных Сибири: Матер. научн. конф. «110 лет Сибирской зоологии». Томск, 1998. С. 154–155.

Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Ердаков Л.Н. и др. Особенности распределения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины // Сибирский эколог. журнал. 1996. Т. 3–4. С. 307–317.

Юдин Б.С., Галкина Л.И., Потапкина А.Ф. Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1979. 296 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИХЕНОФЛОРЫ АЛДАНО-ИНДИГИРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (ЯКУТИЯ)

Л.Н. Порядина
Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
l.i.kopyrina@ibpc.ysn.ru

Алдано-Индигирское междуречье простирается в северо-восточном направлении с 139,5° в.д. и 63,6° с.ш. до 148,6° в.д. и 65,4° с.ш. В районе исследования расположены горные системы хребтов Верхоянского (хр. Сетте-Дабан, хр. Сунтар-Хаята), Черского, Илин-Тас; Оймяконское нагорье, Эльгинское и Нерское плоскогорья. Гидрография представлена бассейнами рек Алдана (приток р. Лена) и Индигирки.

Исследование лихенофлоры Алдано-Индигирского междуречья проводилось автором в 1993 (бассейн р. Момы, хр. Илин-Тас, хр. Сетте-Дабан, хр. Скалистый), 1996 и 1998 (хр. Сунтар-Хаята, хр. Сетте-Дабан (хр. Скалистый) годах. Лишайники изучались в лиственничных редколесьях с *Larix cajanderi* Mayr., приречных чозениево-тополевых рощах (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts., *Populus suaveolens* Fisch.), в подгольцовых зарослях березы растопыренной (*Betula divaricata* Ledeb.) и душекии кустарниковой (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar), в зарослях кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), а также в гольцовых дриадовых тундрах (*Dryas punctata* Juz.) и эпилитно-лишайниковых сообществах. Также были учтены гербарные сборы, хранящиеся в ИБПК СО РАН. Из литературных источников (Афонина, Бредкина, Макарова, 1979; Караваев, 1976; Караваев, Скрябин, 1971; Куваев, 1956; Окснер, 1940) привлечено 56 видов лишайников. На основе вышеприведенных данных был составлен конспект лихенофлоры Алдано-Индигирского междуречья, насчитывающий 392 вида (вместе с разновидностями 435 таксонов) лишайников, относящихся к 12 порядкам, 42 семействам и 113 родам (Порядина, 2001).

Климат внутренней части Яно-Индигирской горной области крайне суровый, резко континентальный. Район хребтов Верхоянского, Черского относится к холодному агроклиматическому району, к влажному и слабозасушливому подрайону. Продолжительность снежного покрова составляет в Усть-Моме 221 день, в Хандыге – 225 дней. Средняя месячная температура января – 44°С; средняя месячная температура июля +15°С. По климатическим показателям район Нерского плоскогорья Оймяконского нагорья относится к очень холодному агроклиматическому району, к засушливому подрайону. По суровости и континентальности климата эта территория не имеет аналогов. Своеобразие климатических условий определяется особенностью орографии. Почвы являются мерзлотными и представлены в лиственничных редколесьях подбурами таежными, таежными глеевыми, таежно-перегнойно-глеевыми почвами; в горных тундрах – подбурами горно-тундровыми и тундровыми с каменистыми россыпями (Атлас сельского хозяйства ЯАССР, 1989).

В лихенофлоре Алдано-Индигирского междуречья выделено 19 экологических групп лишайников по отношению к субстрату (табл. 1). Помимо групп видов, приуроченных к однотипному субстрату (так называемые облигатные эпифлеоды, эпилиты, эпигеиды и т.д.), отмечены также группы видов, встречающиеся на двух и более типах субстратов (E. Skye, 1968; Мучник, 1991, 1997).

Эпилитами (облигатными эпилитами) называются лишайники, обитающие на поверхности каменистого субстрата. Так как каменистый субстрат в районе исследования распространен во всех поясах в различных фитоценозах, то эта группа является преобладающей – насчитывает 154 вида лишайников. Это роды *Acarospora*, *Arctoparmelia*, *Aspicilia*, *Buellia*, *Carbonea*,

Таблица 1

Экологические группы лишайников по приуроченности к субстрату

Экологические группы	Число видов	% *	Экологические группы	Число видов	%*
Эпилиты	154	39,3	Эпибриофито-эпифитореликвиты	3	0,8
Эпигеиды	106	27,0	Эпифлеодо-эпигеиды	10	2,6
Эпифлеоды	57	14,5	Эпифлеодо-эпилиты	8	2,0
Эпиксилы	9	2,3	Эпифлеодо-эпиксилы	5	1,3
Эпибриофиты	3	0,8	Эпифлеодо-эпибриофиты	1	0,2
Эпифитореликвиты	2	0,5	Эпифлеодо-эпифитореликвиты	1	0,2
Эпилихенофиты	1	0,2	Полисубстратные	14	3,6
Копрофилы	1	0,2	Эндолиты	4	1,0
Эпилито-эпигеиды	9	2,3	Эндоксилы	1	0,2
Эпибриофито-эпигеиды	3	0,8	Всего:	392	100

* % от общего числа видов лихенофлоры.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Caloplaca, *Cetraria*, *Fuscidea*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Lecidella*, *Lasallia*, *Melanelia*, *Ochrolechia*, *Pertusaria*, *Physcia*, *Physconia*, *Porpidia*, *Pseudephebe*, *Ramalina*, *Rinodina*, *Rhizocarpon*, *Stereocaulon*, *Tephromela*, *Thelidium*, *Xanthoria* и др.

Эпигейных лишайников, то есть растущих на почве, насчитывается 106 видов. Группа представлена родами *Cladina*, *Cladonia*, *Collema*, *Leptogium*, *Allocetraria*, *Bryocaulon*, *Cetraria*, *Dactylina*, *Vulpicida*, *Xanthoparmelia*, *Psora*, *Stereocaulon*, *Trapeliopsis*, *Baeomyces*, *Peltigera*, *Catapyrenium* и др. Виды распространены в лесном, подгольцовом, гольцовом поясах.

Эпифлеоды – это лишайники, поселяющиеся на коре деревьев и кустарников. Таких лишайников насчитывается 57 видов. На лиственнице встречено 16 видов из родов *Calicium*, *Bryoria*, *Hypocenomyce*, *Hypogymnia*, *Lecidea*, *Melanelia*, *Nephroma*, *Rinodina*, *Tuckermannopsis*; на тополе и чозении – 6 видов (*Caloplaca holocarpa* (Hoffm. ex Ach.) Wade, *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg, *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier, *Physconia grisea* (Lam.) Poelt, *Pseudosagedia aenea* (Wall.) Hafellner et Kalb, *Rinodina septentrionalis* Malme); на тополе и чозении, а также валежнике этих деревьев – *Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr., *C. haematites* (Chaub.ex St. – Amans) Zwackh; на чозении и лиственнице – *Candelariella lutella* (Vainio) Ras., *C. xanthostigma* (Ach.) Lettau; на коре душекии кустарниковой – *Biatora sphaeroides* (Dicks.) Koerber, *Chaenotheca ferruginea* (Turner et Borrer) Mig., *Lecanora orae-frigidae* R. Sant., *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm.; можжевельнике и кедровом стланике – *Vulpicida juniperinus* (L.) J.-E. Mattson et Lai; душекии и березе растопыренной *Rinodina exiguella* (Vainio) H. Magn.; душекии и валежнике *Lecanora fuscescens* (Sommerf.) Nyl. Только на валежнике поселяются *Bryoria bicolor* (Ehrh.) Brodo et D. Hawksw., *B. furcellata* (Fr.) Brodo et D.Hawksw., *Buellia badia* (Fr.) A. Massal., *Cladonia sulphurina* (Michx.) Fr., *Lecidea hypopta* Ach., *L. turgidula* Fr., *Micarea prasina* Fr. Выбирают в качестве субстрата ветки кедрового стланика *Lecanora argentata* (Ach.) Malme, *L. vogulorum* Vain. К лишайникам, обитающим более чем на двух древесных породах, на коре кустарников, а также на валежнике (полиэпифлеоды) отнесено 15 видов из родов *Biatora*, *Buellia*, *Evernia*, *Hypogymnia*, *Lecanora*, *Melanelia*, *Physcia*, *Rinodina*, *Tuckermannopsis*. Виды распространены в лесном и подгольцовом поясах.

Эпиксильных лишайников, обитающих на древесине, найдено 9 видов: *Arthonia aspersella* Leight., *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd, *B. griseovirens* (Turner et Borrer ex Sm.) Almb., *B. insignis* (Naeg.) Th. Fr., *Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr., *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach., *L. saligna* (Schrad.) Zahlbr., *Xanthoparmelia conspersa* (Ach.) Hale, *Xylographa vitiligo* (Ach.) J.R. Laundon.

Эпибриофиты *Icmadophila ericetorum* (L.) Zahlbr., *Lecanora frustulosa* (Dicks.) Ach., *Xanthoparmelia subramigera* (Gyeln.) Hale растут на дерновинках мхов.

Эпифитореликвиты развиваются на остатках высших растений и представлены в лихенофлоре района исследования видами *Basidia bagliettoana* (A. Massal. et De Not.) Jatta и *Micarea assimilata* (Nyl.) Coppins.

Эпилихенофит *Thelocarpon epibolum* Nyl. обитает на слоевище лишайника *Aspicilia sp.* Копрофильный вид *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog найден на старом помете животных.

Далее рассмотрим промежуточные группы, когда лишайники поселяются на двух типах субстратов. Эпилито-эпигеиды, обитающие соответственно на камнях и почве, насчитывают 9 видов: *Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal., *A. nigricans* (Ach.) Nyl, *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale, *Asahinea chrysantha* (Tuck.) W. Culb. et C. Culb., *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Psora rubiformis* (Ach.) Hook., *Stereocaulon alpinum* Laurer, *S. tomentosum* Fr., *Xanthoparmelia somloensis* (Gyeln.) Hale. Эпибриофито-эпигеиды *Diploschistes muscorum* (Scop.) R. Sant., *Phaeophyscia constipata* (Norr. et Nyl.) Moberg, *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch поселяются на мхах и почве. Эпибриофито-эпифитореликвиты обитают на мхах и растительных остатках: *Caloplaca saxifragarum* Poelt, *Lecanora epibryon* (Ach.) Ach., *Ochrolechia upsaliensis* (L.) A. Massal. Эпифлеодо-эпигеиды, поселяющиеся на валежнике и на почве, объединяют 10 видов: *Cladonia amaurocraea* (Floerke) Schaer., *C. cariosa* (Ach.) Spreng., *C. cenotea* (Ach.) Schaer., *C. cryptochlorophaea* Asah., *C. decorticata* (Floerke) Spreng., *C. macilenta* Hoffm., *C. parasitica* (Hoffm.) Hofm., *Lecidea vernalis* (L.) Ach., *Bryoria nitidula* (Th. Fr.) Brodo et D. Hawksw., *Saccomorpha uliginosa* (Schrad.) Hafellner. Эпифлеодо-эпилиты представлены 8 видами: *Arctoparmelia separata* (Th. Fr.) Hale, *Brodoa intestiniformis* (Vill.) Goward, *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Mull. Arg., *Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon, *Evernia mesomorpha* Nyl., *Mycobilimbia hypnorum* (Libert) Kalb et Hafellner, *Pertusaria leptophora* Nyl., *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattson et Lai. Эпифлеодо-эпиксилы – виды лишайников, выбирающие в качестве субстрата кору различных деревьев и кустарников, а также древесину. Таких видов найдено пять: *Bryoria simplicior* (Vain.) Brodo et D.Hawksw., *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Rinodina archaea* (Ach.) Arnold em Malme, *R. exigua* (Ach.) S.O. Gray. Эпифлеодо-эпибриофит *Micarea melaena* (Nyl.) Hedl. обнаружен на коре лиственницы, валежнике и мхах. Эпифлеодо-эпифитореликвит *Lecidella elaeochroma* (Ach.) Choisy поселяется на коре лиственницы, чозении, тополя, кедрового стланика, на валежнике, а также на растительных остатках.

Виды лишайников, распространенные более чем на двух типах субстратов, составляют группу полисубстратных лишайников. Таких видов насчитывается 14. На мхах, растительных остатках и коре деревьев обитают *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins et Scheid., *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hadwig) Th. Fr., *C. sinapis-*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

perma (Lam. et DC.) Maheu et Gillet; на мхах, растительных остатках и почве – *Buellia geophila* (Floerke) Lynge, *Caloplaca jungermanniae* (Vahl.) Th. Fr., *Rinodina turfacea* (Wahlenb.) Koerber; на мхах, древесине и коре деревьев – *Mycoblastus sangiunarius* (L.) Norman. На камнях, почве, коре деревьев обнаружены *Parmelia omphalodes* (L.) Ach. и *Parmelia sulcata* Taylor; на камнях, коре деревьев и древесине – *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Meyer. На мхах, древесине и коре чозении поселяется *Hypogymnia subobscura* (Vain.) Poelt; на мхах, камнях, валежнике, коре чозении, лиственницы, кедрового стланика – *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., на почве, древесине и коре валежника – *Cladonia botrytes* (Hagen) Willd. Практически на всех обнаруженных субстратах обитает *Lepraria incana* (L.) Ach.

В отличие от всех вышеуказанных групп лишайников, виды которых поселяются на поверхности субстрата (эписубстратные), обнаружены также виды эндосубстратные. Представителями таких лишайников являются эндолиты *Petractis clausa* (Hoffm.) Krempelh., *Sarcogyne regularis* Koerber, *Verrucaria calciseda* DC., *V. muralis* Ach., а также эндоксил *Xylographa parella* (Ach.) Behlen et Desbois.

Таким образом, в районе исследования около 99% лишайников поселяются на поверхности субстрата. Ведущая роль принадлежит эпилитам. В целом же на каменистом субстрате встречено 44,6% видов всей лихенофлоры, на почве – 32,7%, на коре деревьев и кустарников – 20,8%, на древесине – 3,8%, на мхах – 2,6%, на растительных остатках высших растений – 1,5%, на слоевище лишайников – 0,2%, на помете – 0,2%. Эвритопными по отношению к субстрату являются 3,6% лишайников.

Классификация жизненных форм лишайников Алдано-Индигирского междуречья (табл. 2) построена на системе А.Н. Окснера (1974), Н.С. Голубковой (1983), а также С.А. Пристяжнюка (1996). В основу системы положены габитуально-физиономические признаки лишайников. Используются следующие единицы классификации: отдел, тип, класс, группа, подгруппа и собственно жизненные формы. Отделы выделены в зависимости от отношения лишайников к субстрату; типы внутри отделов – на основе характера направления роста слоевища; классы – в зависимости от морфологических типов; группы и подгруппы выделены на основе детализации морфологических типов слоевищ лишайников.

Основу лихенофлоры Алдано-Индигирского междуречья составляют эпигенные формы лишайников (98,7% от общего числа видов), а именно преобладают плагиотропные накипные (47,4% от общего числа видов) и листоватые (21,2%) формы. Ортотропные кустистые составляют 13,2%, плагио-ортотропные чешуйчато-кустистые – 12,8%, плагиотропные умбиликатные – 4,1%.

Распределение жизненных форм лишайников по субстратам отражено в табл. 3.

Лидирующее положение занимают плагиотропные никипные (группа однообразнонакипных) эпилиты, важна роль также плагио-ортотропных чешуйчато-кустистых (группа шиловидых и сцифовидных) эпигеидов, плагиотропных никипных (группа однообразнонакипных) эпифлеодов и плагиотропных листоватых (группа рассеченнолопастных ризоидальных) эпилитов.

Изучение лишайников Алдано-Индигирского междуречья проводилось в растительных сообществах лесного, подгольцового и гольцового поясов. Распределение субстратных групп и жизненных форм лишайников по поясам растительности представлено в табл. 2 и 4.

В лесном поясе ведущая роль принадлежит плагиотропным накипным формам (44,9% от числа видов данного пояса) лишайников, эпигеиды составляют 30,6% от числа видов данного пояса, эпилиты – 30,1%, эпифлеоды – 15,6%. В лесном поясе наиболее широко представлены экологические группы лишайников по отношению к субстрату (18), что связано с многообразием микроэкотопов и самих субстратов.

Таблица 2

Жизненные формы лишайников

Отделы, типы, классы жизненных форм	Алдано-Индигирское междуречье		Пояса растительности		
	Число видов	% *	Л**	П	Г
I Эндогенные					
Плагиотропные	**5**	**1,3**	**2**	**3**	–
Накипные	5	1,3	2	3	–
II Эпигенные					
Плагиотропные	**285**	**72,7**	**204**	**87**	**110**
Накипные	186	47,4	132	44	72
Умбиликатные	16	4,1	6	7	15
Листоватые	83	21,2	66	36	23
Плагио-ортотропные	**50**	**12,8**	**46**	**10**	**5**
Бородавчато- или чешуйчато-кустистые	50	12,8	46	10	5
Ортотропные	**52**	**13,2**	**42**	**22**	**24**
Кустистые	52	13,2	42	22	24
Всего:	392	100	294	122	139

* % от общего числа видов лихенофлоры.

** Указано количество видов по поясам растительности: Л – лесной, П – подгольцовый, Г – гольцовый.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 3

Распределение жизненных форм лишайников по субстратам

Жизненные формы **	Экологические группы лишайников по приуроченности к субстрату***																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Всего
Эндогенные																		4*	1	5
Эпигенные	154	106	57	9	3	2	1	1	9	3	3	10	8	5	1	1	14			
1	145	44	41	9	3	2	1	1	5	3	3	2	7	2	1	1	12			
1.1	105	18	25	8	2	2	1		1	2	3	2	4	1	1	1	7			186
1.1.1	88	7	23	7	2	2	1			2	3	2	4	1	1	1	7			
1.1.2	8	2																		
1.1.3	9	9	1						1											
1.1.4			1	1										2			1			
1.2	16																			16
1.2.1	16																			
1.3	24	26	16	1	1			1	4	1			3	1			5			83
1.3.1	1	14	1																	
1.3.2	22	11	11	1	1			1	3	1			2	1			3			
1.3.3			4										1				2			
1.3.4	1	1							1											
2	3	38	1									7					1			
2.1	3	38	1									7					1			50
2.1.1	1	29	1									6					1			
2.1.2	2	9										1								
3	6	24	15						4			1	1	1						52
3.1	6	24	15						4			1	1	1						
3.1.1	2	6	2										1							
3.1.2	2	3	9						2			1		1						
3.1.3	2	11							2											
3.1.4		4	4																	
Всего	154	106	57	9	3	2	1	1	9	3	3	10	8	5	1	1	14	4	1	392

* Указано количество видов.

**1 – тип плагиотропные, 1.1 – класс никипные, 1.1.1 – группа однообразнонакипные, 1.1.2 – группа диморфные, 1.1.3 – группа чешуйчатые, 1.1.4. – группа полиморфнонакипные. 1.2 – класс умбиликатные, 1.2.1 – группа умбиликатно-листоватые, 1.3 – класс листоватые, 1.3.1 – группа лопастные ризоидальные, 1.3.2 – группа рассеченнолопастные ризоидальные, 1.3.3 – группа вздутолопастные неризоидальные, 1.3.4 – группа рассеченнокрупнолопастные неризоидальные;

2 – тип плагиортотропные, 2.1 – класс бородавчато- или чешуйчато-кустистые, 2.1.1. – группа шиловидные и сцифовидные, 2.1.2 – группа кустисторазветвленные;

3 – тип ортотропные, 3.1 – класс кустистые, 3.1.1 – группа плосколопастные, 3.1.2 – группа нитевидно- и угловатолопастные, 3.1.3 – группа кустисторазветвленные, 3.1.4 – группа вздутослоевищные.

*** 1 – эпилиты, 2 – эпигеиды, 3 – эпифлеоды, 4 – эпиксилы, 5 – эпибриофиты, 6 – эпифитореликвиты, 7 – эпилихенофиты, 8 – копрофилы, 9 – эпилито-эпигеиды, 10 – эпибриофито-эпигеиды, 11 – эпибриофито-эпифитореликвиты, 12 – эпифлеодо-эпигеиды, 13 – эпифлеодо-эпилиты, 14 – эпифлеодо-эпиксилы, 15 – эпифлеодо-эпибриофиты, 16 – эпифлеодо-эпифитореликвиты, 17 – полисубстратные, 18 – эндолиты, 19 – эндоксилы.

Таблица 4

Приуроченность лишайников к субстрату по поясам растительности

Экологические группы лишайников по отношению к субстрату	Пояса растительности*			Экологические группы лишайников по отношению к субстрату	Пояса растительности		
	Л	П	Г		Л	П	Г
Эпилиты	89	49	100	Эпибриофито- эпифитореликвиты	3	–	–
Эпигеиды	92	33	19	Эпифлеодо-эпигеиды	7	2	2
Эпифлеоды	46	11	–	Эпифлеодо-эпилиты	8	2	4
Эпиксилы	9	–	–	Эпифлеодо-эпиксилы	5	5	–
Эпибриофиты	3	–	–	Эпифлеодо-эпибриофиты	1	1	–
Эпифитореликвиты	2	–	–	Эпифлеодо-эпифитореликвиты	1	–	–
Эпилихенофиты	–	–	1	Полисубстратные	14	10	3
Копрофилы	1	–	–	Эндолиты	2	2	1
Эпилито-эпигеиды	7	6	9	Эндоксилы	1	1	–
Эпибриофито-эпигеиды	3	–	–	Всего	294	122	139

* Указано количество видов по поясам растительности: Л – лесной, П – подгольцовый, Г – гольцовый.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В.Б. Куваев (1956) отмечает, что подгольцовый пояс в горах Восточного Верхоянья прерывист, четко выражен лишь на участках с повышенным увлажнением или очень каменистых склонах; на сухих мягких склонах совершенно выклинивается и занимает небольшой высотный интервал. В подгольцовом поясе найдено относительно небольшое количество видов лишайников. Здесь преобладают плагиотропные накипные (36% от числа видов данного пояса) и листоватые (29,5%) формы, эпилиты составляют 40% видов даного пояса, эпигеиды – 27%, эпифлеоды – 9%. Наблюдается уменьшение количества субстратных групп лишайников (11).

В гольцовом поясе, как и в двух предыдущих, также лидируют плагиотропные накипные формы лишайников (51,8% от числа видов данного пояса), ортотропные кустистые составляют 17,3% и плагиотропные листоватые – 16,5%. В гольцовом поясе к эпилитам относятся 71,9% видов данного пояса, к эпигеидам – 13,7%, облигатных эпифлеодов не встречено. Лишайники данного пояса отнесены к 8 субстратным группам.

В целом наблюдается в продвижении от лесного пояса к гольцовому уменьшение числа видов плагиотропных листоватых, плагиортотропных чешуйчато-кустистых лишайников. Уменьшение числа видов в продвижении от лесного пояса к подгольцовому и увеличение числа видов от подгольцового пояса к гольцовому отмечено у плагиотропных накипных и ортотропных кустистых форм (при общей тенденции уменьшения). Увеличение числа видов от лесного пояса к гольцовому наблюдается у плагиотропных умбиликатных форм лишайников. Уменьшение числа видов лишайников в продвижении от лесного пояса к гольцовому выявлено у эпигеидов и эпифлеодов. Уменьшение числа видов в продвижении от лесного пояса к подгольцовому и увеличение числа видов от подгольцового пояса к гольцовому отмечено у эпилитных лишайников (при общей тенденции увеличения).

Литература

Афонина О.М., Бредкина Л.И., Макарова И.И. Мхи и лишайники лесостепного ландшафта в среднем течении р. Индигирки // Новости систематики низших растений. 1979. Т. XVI. С. 175–186.

Атлас сельского хозяйства ЯАССР. М.: ГУГК, 1989. 93 с.

Голубкова Н.С. Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука, 1983. 248 с.

Караваев М.Н. О составе синузий напочвенных лишайников в реликтовых степных сообществах Якутии // Ботан. журн. 1976. Т. 61. № 7. С. 956–960.

Караваев М.Н., Скрябин С.З. Овсецовые степи с *Helictotrichon krylovii* (Pavl.) Henrard на Крайнем Северо-востоке Сибири // Ботан. журн. 1971. Т. 56. № 10. С. 1436–1443.

Куваев В.Б. Растительность Восточного Верхоянья // Растительность Крайнего Севера и ее освоение. М., 1956. Вып. 2. С. 133–186.

Мучник Е.Э. Лихенофлора охраняемых территорий Воронежской области // Ботан. журн. 1991. Т. 76. № 11. С. 1629–1637.

Мучник Е.Э. Эпилитные лишайники Центрального Черноземья // Ботан. журн. 1997. Т. 82. № 4. С. 46–53.

Окснер А.М. Лишайники басейну рік Індігірки, Яни, Лени і Південного Прибайкалля. II–IV // Бот. журн. АН УРСР. 1940. Т. 1. № 1. С. 77–100; № 2. С. 313–324; № 3–4. С. 31–57.

Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР. 1974. Вып. 2: Морфология, систематика и географическое распространение. 284 с.

Порядина Л.Н. Таксономическая структура лихенофлоры Алдано-Индигирского междуречья // Сибирский экологический журнал. 2001. № 4. С. 493–499.

Пристяжнюк С.А. Жизненные формы лишайников субарктических тундр полуострова Ямал. I. Система жизненных форм // Ботан. журн. 1996. Т. 81. № 3. С. 34–42.

Skye E. Lichens and Air Pollution. Uppsala, 1968. P. 98–101.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩНОСТИ ФАУНЫ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA, CULICIDAE) ЯКУТИИ И СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ

Н.К. Потапова
Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

Регионы Палеарктики отличаются разнообразием природно-климатических условий, флористическим и фаунистическим составом. В связи с этим важно знать, существует ли общность фауны кровососущих комаров удаленных друг от друга регионов, таких как Северная Европа и Якутия.

В основу сравнительного анализа положены собственные данные о фауне кровососущих комаров Якутии, а также литературные данные о распространении этих насекомых в Архангельской и Мурманской областях (Шарков, 1978, 1982), Карелии (Лобкова, 1965; Шарков и др., 1984), Республике Коми (Остроушко, 1967) и Финляндии (Utrio, 1976,1985). Для выявления общности фауны данных регионов Палеарктики был применен индекс Серенсена.

Всего в обоих регионах Палеарктики отмечено 47 видов из 5 родов и 10 подродов (табл. 1) – *Anopheles* (*Anopheles* – 4), *Culiseta* (*Culiseta* – 4, *Culicella* – 2), *Mansonia* (*Coquillettidia* – 1), *Culex* (*Barraudius* – 1, *Neoculex* – 1, *Culex* – 3), *Aedes* (*Ochlerotatus* – 28, *Aedimorphus* – 1, *Aedes* – 2). В основном преобладают одни и те же роды, видовое сходство по регионам колеблется между 66,7–80%, внутри родов – 40–100%.

Ядро фауны кулицид Якутии и Северной Европы составляют виды рода *Aedes* (63,9–87,5% видового состава). Род включает 3 подрода – *Ochlerotatus*, *Aedimorphus*, *Aedes*, из которых наиболее богат видами первый: в Финляндии – 21, в Архангельской области – 19, Мурманской –16, Республике Коми – 20, Карелии – 19, Якутии – 24. О.Н. Сазонова (1979) указывает на молодость и прогрессивность подрода *Ochlerotatus*, наибольшее видовое разнообразие которого – в Неарктике и Палеарктике. Другие подроды представлены в северных регионах 1–2 видами. При продвижении на восток прослеживается тенденция к увеличению видового разнообразия рода *Aedes*: в Финляндии (23 вида, или 63,9%), в Архангельской (21, или 87,5%) и Мурманской (17, или 80,9%) областях, в Республике Коми (21, или 84%), Карелии (21, или 67,8%), Якутии (27, или 77,2%). Характерны и высокие индексы сходства, особенно с Архангельской областью (83,3%), Республикой Коми (83,3%), Финляндией (80%), несколько меньшие – с Карелией (79,2%) и Мурманском (72%). Доминирующие виды принадлежат к этому роду на Европейском Севере – это *Ae. communus*, *Ae. punctor*, в Якутии – *Ae. communis*, *Ae. hexodontus*.

Следующими по представительности являются роды *Culiseta* (8–16,7%) и *Culex* (4,8–12,9% видового состава). Род *Culiseta* включает 2 подрода – *Culiseta* (4) и *Culicella* (2 вида). Широко распространены в северных широтах виды *Cs. alaskaensis* и *Cs. bergrothi*, которые являются общими для фауны данных регионов. Наибольшее разнообразие этого рода отмечено в Австралийской зоогеографической области (Сазонова, 1979). Наиболее высокий индекс сходства (по коэффициенту Серенсена) представители этих родов Якутии имеют с таковыми Мурманской и Архангельской областями (80%) и Республики Коми (80%), меньший – с Финляндией и Карелией (66,7%).

В данных регионах род *Culex* объединяет виды из 3 подродов: *Barraudius* – 1, *Neoculex* – 1, *Culex* – 3. Общим для всех регионов является синантропный вид *Cx. pipiens*, который с 90-х гг. распространился в Южной Якутии, а также голарктический вид *Cx. territans*, который отмечен в Финляндии, Карелии и Якутии. Комары подрода *Culex* приурочены к тропикам Старого и Нового Света, причем заселение Палеарктики происходит интенсивнее, чем в Неарктике (Сазонова, 1979). При продвижении на восток уменьшается число видов и имеет место викариирование. Для рода *Culex* характерна меньшая степень сходства, чем для других родов (40–75%). Расчеты по формуле Серенсена выявили большую степень сходства с видами из фауны Карелии (75%), Финляндии (57,1%), Мурманской области и Республики Коми (40%).

Род *Anopheles* играет значительно меньшую роль в Якутии и Северной Европе. На севере Палеарктики род очень беден видами: в Финляндии (3 или 8,3%), Карелии (2 или 6,4%), в остальных регионах представлен одним видом (4–4,8%), в основном *An. messeae*, распространенным на восток до Центральной Якутии. Это определяет высокую степень сходства видов этого рода Якутии с таковыми Архангельской области и Республики Коми (100%, коэф. Серенсена), меньшую – Карелии (66,7%) и Финляндии (50,0%).

Род *Mansonia* представлен видом *M. richiardii* (2,8–3,2%), указанным из Финляндии и Карелии, а на востоке – из Западной Сибири (Кухарчук, 1980).

В целом фауна кровососущих комаров Якутии имеет большое сходство с таковой Европейского Севера. Видовое сходство в фауне кровососущих комаров этих регионов очень высоко и колеблется от 66,7 до 80%. Соотношение между родами также не имеет значительных расхождений, во всех регионах основную долю составляют виды рода *Aedes*, затем *Culex* и *Culiseta*, меньшую долю *Anopheles* и *Mansonia*.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Состав фауны кровососущих комаров Якутии и Северной Европы

Виды	1	2	3	4	5	6
An.(Ano.) claviger Mg.	+	–	–	–	–	–
An.(Ano.) maculipennis Mg.	+	+	–	–	–	–
An.(Ano.) messeae Fal.	+	–	+	+	+	+
Culiseta (Cus.) alaskaensis Luld.	+	+	+	+	+	+
Cs.(Cus.) annulata Schr.	+	–	–	–	–	–
Cs.(Cus.) bergrothi Edw.	+	+	+	+	+	+
Cs.(Cus.) subochrea Edw.	+	–	–	–	–	–
Cs.(Cuc.) morsitans Theob.	+	–	+	–	–	–
Cs.(Cuc.) ochroptera Peus	+	–	–	–	–	+
Mansonia (Coq.) richiardii Fic.	+	–	+	–	–	–
Culex (Bar.) modestus Fic.	–	–	–	–	–	+
Cx.(Nex.) territans Walk.	+	–	+	–	–	+
Cx.(Cux.) pipiens L.	+	+	+	–	+	+
Cx.(Cux.) torrentium Mart.	+	–	+	–	–	–
Cx.(Cux.) vagans Wied.	–	–	+	–	–	+
Aedes (Och.) annulipes Mg.	–	–	+	–	–	–
Ae.(Och.) caspius Pall.	+	–	–	–	–	–
Ae.(Och.) cantans Mg.	+	+	+	+	+	–
Ae.(Och.) cataphylla Dyar	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) communis Deg.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) cyprius Ludl.	+	–	+	+	+	+
Ae.(Och.) diantaeus H.D.K.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) dorsalis Mg.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) excrucians Walk.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) euedes H.D.K.	+	–	+	+	+	+
Ae.(Och.) fitchii F.Y.	–	–	–	–	–	+
Ae.(Och.) flavescens Mull.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) hexodontus Dyar	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) impiger Walk.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) implicatus Vock.	–	–	–	–	–	+
Ae.(Och.) intrudens Dyar	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) intermedius D. G.	–	–	–	–	–	+
Ae.(Och.) leucomelas Mg.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) nigrinus Eck.	+	–	–	–	–	+
Ae.(Och.) nigripes Zett.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) mercurator Dyar	–	–	–	–	+	+
Ae.(Och.) pionips Dyar	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) pullatus Coq.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) punctodes Coq.	+	–	–	–	–	–
Ae.(Och.) punctor Kirby	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) rempeli Vock.	–	–	–	–	–	+
Ae.(Och.) riparius D.K.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Och.) sticticus Mg.	–	–	–	+	+	+
Ae.(Adm.) vexans Mg.	+	–	+	+	–	+
Ae.(Aed.) cinereus Mg.	+	+	+	+	+	+
Ae.(Aed.) rossicus D.G.M.	–	–	–	–	–	+
Всего:	36	21	31	24	25	35

Условные обозначения: 1 – Финляндия, 2 – Мурманская обл., 3 – Карелия, 4 – Архангельская обл., 5 – Республика Коми, 6 – Якутия.

Таблица 2

Общность фауны кровососущих комаров Якутии и Европейского Севера

Регионы	*Anopheles*		*Culiseta*		*Culex*		*Aedes*		Общие	
	ОВ	КС	ОВ	КС	ОВ	КС	ОВ	КС	ОВ	КС
Финляндия	1	50,0	3	66,7	2	57,1	20	80	26	73,2
Мурманская обл.	–	–	2	80,0	1	40,0	16	72,0	19	66,7
Карелия	1	66,7	2	66,7	3	75,0	19	79,2	25	74,6
Архангельская обл.	1	100	2	80,0	–	–	20	83,3	23	77,9
Коми	1	100	2	80,0	1	40,0	20	83,3	24	80,0

Условные обозначения: ОВ – общее число видов, КС – коэф. Серенсена.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Литература

Лобкова М.П. Кровососущие комары // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л., 1965. С. 230–241.

Остроушко Т.С. Кровососущие комары Коми АССР и их биология // Паразитология. 1967. Т. 1, № 4. С. 311–318.

Шарков А.А. Сезонная активность комаров (*Diptera, Culicidae*) Мурманской области // Мед. паразит. 1978. Т. 47. № 1. С. 30–35.

Шарков А.А. Особенности распространения комаров (*Culicidae*) в Архангельской и Вологодской областях // Мед. паразит. 1982. № 1. С. 51–54.

Шарков А.А., Лобкова М.П., Усова З.В. Кровососущие комары и мошки Европейского Севера СССР. Петрозаводск, 1984. 150 с.

Utrio P. Identification key to Finnish mosquito larvae (*Diptera, Culicidae*) // Ann. Agr. Fenn. 1976. Vol. 15. P. 128–136.

Utrio P. Value of larval samples in estimating frequencies of biting mosquito species (*Diptera, Culicidae*) // Ann. Ent. Fenn. 1985. № 51. P. 91–96.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЭНДЕМИЧНЫЕ ВИДЫ ПЕТРОФИТНОЙ ФЛОРЫ РУССКОГО АЛТАЯ[1]

А.И. Пяк
Томский государственный университет, г. Томск
pyak@ecos.tsu.ru

Горная страна прочно ассоциируется в нашем сознании со скалами, щебнистыми осыпями, каменными россыпями, курумами и другими каменистыми местообитаниями. Казалось бы, что совокупность произрастающих на них специфичных петрофильных видов растений может быть легко выделена в петрофитную флору. Но на практике подобное разграничение сопряжено с целым рядом трудностей. Связано это как с неопределенностью самого понятия «каменистые местообитания», которое могут трактовать весьма вольно, так и с биоэкологическими особенностями самих растений, которые в весьма контрастных внешних условиях Русского Алтая проявляют высокое разнообразие ответных приспособительных реакций и, как следствие, различное поведение в разных частях своего ареала.

Учитывая вышеизложенные трудности при разграничении петрофитной флоры, нами первоначально проводился учет всех видов, встречающихся на каменистых местообитаниях в самом широком понимании, и таких видов было отмечено 977. В дальнейшем для анализа были отобраны только виды, строго приуроченные к таким формам рельефа, как скалы, осыпи, каменные россыпи (курумы), причем исключительно пролювиального происхождения или незначительно выходящие за их рамки, но при условии, что их экологический оптимум находится в пределах данных экотопов. В случае если распространение вида ограничено только избранными экотопами, они отнесены к группе облигатных петрофитов, остальные виды, показывающие большую пластичность, выделены в группу факультативных петрофитов.

Всего на территории Русского Алтая по итогам проведенной инвентаризации нами выделен 191 такой вид, принадлежащий к 112 родам и 41 семейству (табл. 1). По нашим приблизительным подсчетам вся флора очерченной территории оценивается примерно в 2200–2250 видов. Следовательно, петрофильное ядро составляет чуть более 8,5% от всей флоры, что, конечно же, мало, если учитывать масштабы и высоты горной страны. Еще заметнее эта относительная бедность строго петрофильными элементами становится при сравнении с флорами более южных горных стран, что было отмечено ранее Р.В. Камелиным (1998) как одна из необычных и поразительных черт современной флоры Алтая.

Не менее удивительным выглядит и совершенно скромное участие однодольных растений, если учесть, что большая часть горной страны географически находится в степной зоне, а в последней, как известно, однодольные играют ведущие роли. К тому же ранее отмечалось, что в пределах и самого Русского Алтая на современном этапе широко распространены степные и лесостепные ландшафты. Усиливается несоответствие тем, что и на самих каменистых экотопах, особенно в районах с семиаридным климатом, часто доминируют именно однодольные, создавая, к примеру, неповторимый облик каменистых злаковников. На последних среди аспектирующих видов можно отметить *Helictotrichon altaicum* Tzvelev, *Helictotrichon mongolicum* (Roshev.) Henr., *Trisetum spicatum* (L) K. Richt., *Poa attenuata* Trin., *Poa urssulensis* Trin., *Stipa glareosa* P. Smirnov, *Festuca kryloviana* Reverd. и другие. При желании этот перечень видов можно значительно расширить, но главное, на что хотелось бы обратить внимание в данном случае, это, наверное, то, что особенности их морфологии позволяют им осваивать не только указанные местообитания, но и целый ряд других, принципиально отличных по своим экологическим условиям. Аналогичную жизненную стратегию и поведение проявляют и некото-

Таблица 1

Основные таксономические показатели петрофитной флоры Русского Алтая

Отдел	Вид		Род		Семейство	
	Число	%	Число	%	Число	%
Папоротниковидные	20	10,5	10	8,9	7	17,1
Голосеменные	5	2,6	2	1,8	2	4,9
Покрытосеменные	166	86,9	100	89,3	32	78,0
В том числе:						
двудольные	156	81,7	95	84,8	29	70,7
однодольные	10	5,2	5	4,5	3	7,3
Всего	191	100	112	100	41	100

[1] Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и фонда «Darwin Initiative for the Survival of Species».

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

рые осоковые (например, виды рода *Kobresia* Willd. или осоки из секции *Petraea* (O. Lang) Kuk.), что несомненно обусловлено их сходной жизненной формой и соответствующими возможностями для заселения различных экотопов. В результате, несмотря на то, что именно скалы для *Poa urssulensis* или щебнистые осыпи для *Kobresia myosuroides* (Vill.) Fiori являются, по-видимому, оптимальными по своим экологическим условиям, они все-таки отнесены в группу заходящих видов, поскольку одним из основных критериев при выделении группы петрофитов нами была принята их относительно строгая стенотопность. Таким образом, из всех однодольных, которые широко представлены во флоре каменистых местообитаний в целом (табл. 2), в группу петрофитов выделено всего 10 видов. Из них только *Allium altaicum* Pallas и *Allium vodopjanovae* N. Friesen subsp. *czemalense* N. Friesen отнесены к облигатным петрофитам, но и они по сути своей не являются столь же строгими петрофитами, как, например, многие скальные папоротники или некоторые двудольные.

Основные особенности таксономического состава петрофитной флоры хорошо заметны при сравнении соотношения основных систематических групп с полным списком видов, отмеченных на каменистых местообитаниях. Состав последнего, несомненно, является сборным и полностью включает ряд горных ценофлор (каменистых степей, щебнистых тундр и т.п.). И неудивительно, что его спектр ведущих семейств сходен, к примеру, с аналогичным спектром всей флоры высокогорного пояса Алтая (Ревушкин, 1988) за исключением некоторых закономерных отклонений, к которым можно отнести позиции отдельных семейств, в целом тяготеющих к переувлажненным местообитаниям (например, *Ranunculaceae, Cyperaceae, Salicaceae*). Вполне естественно, что на каменистых субстратах, отличающихся улучшенным дренажем, эти группы представлены намного скромнее (табл. 2). Подобные соотношения между основными систематическими группами в целом характерны для флор умеренных широт Голарктики (Толмачёв, 1970, 1974).

Существенно отличается состав строго петрофитной флоры (табл. 3). Здесь в числе ведущих семейств мы видим *Crassulaceae*, которое занимает 8-е место, *Aspleniaceae*, занимающее 9-ю позицию, *Athyriaceae, Saxifragaceae, Valerianaceae* и *Alliaceae* – соответственно на 10–13-х местах и т.д. То есть отдельные группы, которые в современной флоре в целом занимают весьма скромные позиции, могут играть в составе петрофитной флоры весьма заметные роли, в то время как такое семейство, как *Poaceae*, господствующее наряду с *Asteraceae* во флорах умеренных широт Голарктики, занимает здесь скромное 15-е место. Не менее необычна 19-я позиция семейства *Scrophulariaceae*, но еще удивительнее, что все 3 вида норичниковых являются облигатными петрофитами. Помимо *Scrophulariaceae* еще 7 семейств представлены только облигатными петрофитами. Из них 4 семейства относятся к мелким скальным папоротникам *Sinopteridaceae, Cryptogrammaceae, Aspleniaceae, Woodsiaceae*, а 3 – к цветковым *Bibersteiniaceae, Caprifoliaceae, Geraniaceae*.

Эти особенности, естественно, не могли остаться без внимания при анализе состава оригинальных скальных элементов Р.В. Камелиным (1998), который особо отметил богатство скальных папоротников и толстянковых. Из папоротников наибольшим числом видов представлено семейство *Aspleniaceae*, особенно род *Asplenium* L. (табл. 4). В числе 18 ведущих родов петрофитной флоры присутствует также род *Cystopteris* Bernh., а из семейства толстянковых – роды *Sedum* L. и *Rhodiola* L. Если представить их участие в количественном выражении, то на долю видов этих 4 родов приходится 7,8% в петрофитной флоре и только 1,5% – во флоре каменистых местообитаний в целом. Интересно также, что в составе каждого из этих родов присутствуют виды как с обширными ареалами (*Asplenium trichomanes* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Rhodiola quadrifida* (Pallas) Fischer et Meyer, *Sedum ewersii* Ledeb.), так и эндемичные или субэндемичные виды (*Asplenium yunnanense* Franch., *Cystopteris altajensis* Gureeva, *Rhodiola krylovii* Polozhij et Revjak., *Sedum populifolium* Pallas).

Таблица 2

Спектры ведущих семейств флоры каменистых местообитаний Русского Алтая и высокогорной флоры Алтая

Флоры каменистых местообитаний Русского Алтая, включая заходящие виды (977 видов)			Высокогорная флора Алтая, включая заходящие виды (Ревушкин, 1988, 996 видов)		
Семейство	Число видов	Число родов	Семейство	Число видов	Число родов
Asteraceae	129	44	*Asteraceae*	119	36
Poaceae	92	29	*Poaceae*	89	30
Fabaceae	90	12	*Fabaceae*	65	9
Brassicaceae	68	30	*Cyperaceae*	63	5
Rosaceae	54	14	*Ranunculaceae*	63	18
Caryophyllaceae	47	15	*Brassicaceae*	55	29
Ranunculaceae	41	14	*Rosaceae*	55	19
Lamiaceae	40	15	*Scrophulariaceae*	46	8
Scrophulariaceae	29	7	*Caryophyllaceae*	45	13
Boraginaceae	24	12	*Salicaceae*	30	2
Alliaceae	23	1	*Apiaceae*	28	18
Cyperaceae	23	2	*Lamiaceae*	26	11

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 3

Флористический спектр семейств петрофитной флоры Русского Алтая

Семейство	Число видов, в том числе		Число родов
	облигатных	факультативных	
Brassicaceae	5	18	14
Asteraceae	11	8	12
Caryophyllaceae	3	14	8
Fabaceae	5	12	5
Lamiaceae	3	7	7
Rosaceae	3	6	7
Ranunculaceae	3	5	6
Crassulaceae	1	6	3
Aspleniaceae	6	–	1
Athyriaceae	3	2	2
Saxifragaceae	–	5	2
Alliaceae	2	3	1
Valerianaceae	2	3	2
Apiaceae	–	5	5
Poaceae	–	4	3
Borraginaceae	1	3	4
Polypodiaceae	2	1	2
Grossulariaceae	–	3	2
Scrophulariaceae	3	–	2
Cupressaceae		3	1
Dryopteridaceae	–	2	2
Woodsiaceae	2	–	1
Ephedraceae		?	1
Fumariaceae	1	1	1
Primulaceae	–	2	1
Violaceae	–	2	1
Euphorbiaceae	1	1	1
Rubiaceae	1	1	1
Campanulaceae	1	1	1
Sinopteridaceae	1	–	1
Cryptogrammaceae	1	–	1
Berberidaceae	–	1	1
Papaveraceae	–	1	1
Polygonaceae	–	1	1
Salicaceae	–	1	1
Urticaceae	–	1	1
Biebersteiniaceae	–	1	1
Geraniaceae	1	–	1
Santalaceae	–	1	1
Caprifoliaceae	1	–	1
Liliaceae	–	1	1
Всего	62	129	111

Таблица 4

Спектр ведущих родов петрофитной флоры Русского Алтая

Род	Число видов
Oxytropis	8
Asplenium	6
Allium	5
Astragalus	5
Saxifraga	4
Saussurea	4
Silene	4
Stellaria	4
Cystopteris	3
Braya	3
Draba	3
Smelowskia	3
Sedum	3
Rhodiola	3
Potentilla	3
Valeriana	3
Dracocephalum	3
Youngia	3

Многовидовых семейств и родов в петрофитной флоре Русского Алтая, конечно, немного, что в определенной степени связано с ее общей бедностью. Только 14 семейств из 41 содержат в своем составе 5 и более видов, а 8 родов представлены 4 и более видами. В свою очередь, одновидовых семейств и родов соответственно 12 и 68. Интересно, что нет никакой связи между количеством петрофитов в каком-либо таксоне и его общим богатством в современной флоре Алтая. Однако легко заметить, что большая часть облигатных петрофитов занимает обособленное систематическое положение и относится либо к олиготипным родам (*Aleuritopteris argentea* (S.G. Gmelin) Fйe, *Lepisorus clathratus* (Clarke) C hing, *Paraquilegia anemonoides* (Willd.) Ulbr., *Mesostemma martjanovii* (Krylov) Ikonn., *Leiospora exscapa* (C.A. Meyer) Dvorak, *Comarum salesovianum* (Steph.) Aschers. et Graebn., *Craniospermum canescens* DC., *Lagopsis marrubiastrum* (Steph.) Ik.-Gal., *Brachanthemum krylovianum* Serg., *Waldheimia tridactylites* Kar. et Kir. и др.), либо к олиготипным секциям (*Silene turgida* Bieb. ex Bunge, *Euphorbia rupestris* C.A. Meyer, *Sedum populifolium* Pallas, *Potentilla biflora* Willd., *Astragalus pseudoaustralis* Fischer et Meyer, *Oxytropis physocarpa* Ledeb., *Ligularia robusta* (Ledeb.) DC., *Saussurea orgaadayi* V. Khan. et Krasnob. и др.). Думаю, что это связано не только с высокой специфичностью экологических условий изученных экотопов и, как следствие, повышенными требованиями к потенциальным поселенцам, но и с особенностями формирования растительного покрова на них, которое несколько отличается от таковых на плакорах.

Анализ географического распространения видов петрофитной флоры показал, что 22 из них являются эндемиками Алтайской горной страны, а 32 – субэндемиками. Ниже приведен их полный список с краткими комментариями, в котором указываются первоисточник, где дано описание вида или принятой комбинации, базионимы и важнейшие синонимы. Для видов, описанных с территории Алтая, если это возможно, приведена дополнительная информация о классическом местонахождении таксона (locus classicus). Кратко указываются экологическая характеристика вида, приуроченность к высотным поясам и распространение на изученной территории по флористическим округам, выделенным А.С. Ревушкиным (1987), для которых приняты следующие сокращения: ЗА – Западно-Алтайский округ, СА – Северо-Алтайский, ЦА – Центрально-Алтайский, Ос – Осевой и Чу – Чуйский.

Эндемичные виды

1. ***Delphinium reverdattoanum*** Polozhij et Revjak., 1978, Сист. и геогр. раст. Сибири: 5. – Живокость Ревердатто.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Описан с Алтая (Катунский хребет, долина р. Текелю притока р. Аккем).

Облигатный петрофит, растет на скалах в субальпийском поясе. Встречается редко в ЦА на Катунском хребте и прилегающих районах Чу.

2. ***Ranunculus akkemensis*** Polozhij et Revyakina, 1978, Сист. и геогр. раст. Сибири: 6. – Лютик аккемский.

Описан с Алтая (Катунский хребет, долина р. Текелю притока р. Аккем).

Облигатный петрофит, растет на мелкощебнистых осыпях и пятнах оголенного субстрата в каменистых тундрах. Встречается спорадически в Чу, реже в ЦА.

3. ***Eremogone mongolica*** (Schischkin) Ikonn., 1973, Новости сист. высш. раст., 10: 139. – *Arenaria mongolica* Schischkin, 1937, Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 1, 3: 175. – Еремогона монгольская.

Описан с Алтая (хр. Сайлюгем).

Факультативный петрофит, растет на щебнистых осыпях, скалах и скально-каменистых склонах в высокогорном поясе. Встречается спорадически в Чу на хребте Сайлюгем.

4. ***Mesostemma martjanovii*** (Krylov) Ikonn., 1976, Новости сист. высш. раст., 13: 114. – *Stellaria martjanovii* Krylov, 1902, Тр. Петерб. бот. сада, 21, 1: 3. – Мезостема Мартьянова.

Описан с Алтая (Северо-Чуйский хребет, верховья реки Тете, каменистые склоны).

Облигатный петрофит, растет на мелкощебнистых осыпях и по каменистым берегам ручьев в высокогорной области. Встречается спорадически в Чу на хребтах Курайский, Северо-Чуйский и Южно-Чуйский, местами достаточно обилен.

5. ***Euphorbia macrorhiza*** C.A. Meyer, 1830, Ledeb., Icon. Pl. Alt. 2: 26, tabl. 192. – Молочай длиннокорневой.

Описан с Алтая (Восточный Казахстан).

Факультативный петрофит, растет на каменистых и щебнистых склонах от степного пояса до лесного. Встречается редко в ЗА, ЦА (Артемов и др., 2001).

6. ***Euphorbia rupestris*** C.A. Meyer, 1830, Ledeb., Icon. Pl. Alt. 2: 26, tabl. 190.

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Облигатный петрофит, растет на карбонатных скалах, скально-каменистых склонах в степном и лесостепном поясах. Встречается спорадически в ЦА, реже в ЦА, Чу.

7. ***Rhodiola krylovii*** Polozhij et Revjak., 1979, Новости сист. высш. раст., 16: 127. – Родиола Крылова.

Факультативный петрофит, растет на каменисто-щебнистых осыпях, крупновалунно-галечниковых берегах рек в субальпийском поясе. Встречается спорадически в Чу, ЦА, Ос.

8. ***Astragalus argutensis*** Bunge, 1868, Mem. Acad. Sci. Petersb. (Sci. Phys. Math.) ser. 7, 11, 16: 98. (Gen. Astrag. Sp. Geront. 1). – Астрагал аргутский.

Описан с Алтая (долина р. Аргут).

Факультативный петрофит, растет на сухих скалах и скально-каменистых склонах в высокогорностепном поясе. Встречается редко в Чу и прилегающих районах ЦА.

9. ***Astragalus pseudoaustralis*** Fischer et Meyer, 1843, Index Sem. Hort. Bot. Petropol., 11: 16. – Астрагал ложноюжный.

Описан с Алтая (Риддерский рудник).

Облигатный петрофит, растет на каменисто-щебнистых склонах в альпийском поясе. Встречается спорадически в Чу.

10. ***Astragalus tschuensis*** Bunge, 1868, Mem. Acad. Sci. Petersb. (Sci. Phys. Math.) ser. 7, 11, 16: 22. – Астрагал чуйский.

Описан с Алтая (Чуйские белки).

Факультативный петрофит, растет на мелкощебнистых осыпях, каменистых травяных тундрах в субальпийском поясе. Встречается редко в Чу.

11. ***Hedysarum tschuense*** A.I. Pjak et al. Ebel, 2000, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 92: 17. – Копеечник чуйский.

Описан с Алтая (дол. р. Чуи, окр. с. Чибит).

Облигатный петрофит, растет на скалах южной экспозиции в лесостепном поясе, в основном на карбонатных субстратах. Встречается редко, пока найден только в ЦА в долине р. Чуи от Белого Бома до устья р. Боки, местами достаточно обилен.

12. ***Oxytropis physocarpa*** Ledeb., 1831, Fl. Alt., 3: 272. – Остролодочник вздутоплодный.

Описан с Алтая (бассейн р. Чуи, отроги Курайского хребта против устья р. Чеган-Узун).

Облигатный петрофит, растет на каменисто-щебнистых склонах и осыпях, на скалах в высокогорном поясе. Встречается спорадически в Чу.

13. ***Oxytropis polyphylla*** Ledeb., 1831, Fl. Alt., 3: 277. – Остролодочник многолистный.

Описан с Алтая (верховья рек Чуи).

Облигатный петрофит, растет на скалах и каменистых склонах в высокогорностепном поясе. Встречается редко в Чу.

14. ***Thesium rupestre*** Ledeb., 1829, Fl. Alt., 1: 277. – Ленолистник каменистый.

Описан с Алтая (долина реки Чарыш).

Факультативный петрофит, растет в расщелинах известняковых скал, на каменисто-щебнистых осыпях у их основания в степном и лесостепном поясах. Встречается спорадически в ЗА.

15. ***Craniospermum canescens*** DC., 1846, Prodr., 10: 175. – Черепоплодник седоватый.

Описан с Алтая (р. Тобогош, приток р. Чуя).

Облигатный петрофит, растет на скально-щебнистых малоподвижных осыпях в высокогорном поясе. Встречается редко в Чу.

16. ***Dracocephalum bungeanum*** Schischkin et Serg., 1937, Крылов, Фл. Зап. Сиб., 9: 2322. – Змееголовник Бунге.

Описан с Алтая (р. Чуя).

Растет на мелкощебнистых осыпях, реже на скально-каменистых склонах и скалах в альпийском поясе. Встречается нередко в Чу.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

17. ***Brachanthemum baranovii*** (Krasch. et Poljak.) Krasch., 1949, Бот. мат. (Ленинград), 11: 196. – *Pyrethrum baranovii* Krasch. et Poljak., 1933, Тр. Бот. ин-та СССР. Сер. 1, 1: 175. – Брахантемум Баранова.

Описан с Алтая (устье р. Чуи, Белый Бом).

Облигатный петрофит, растет на известняковых скалах в лесостепном поясе. Встречается редко, известно только по типовым образцам, собранным П.П. Поляковым.

18. ***Brachanthemum krylovianun*** Serg., 1953, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 75–76: 13. – Брахантемум Крылова.

Описан с Алтая (устье р. Чуи).

Облигатный петрофит, растет на открытых известняковых скалах преимущественно южной экспозиции в поясе горной экспозиционной лесостепи. Встречается спорадически в ЦА (район устья Чуи, окретности д. Боочи, д. Кулада).

19. ***Ligularia robusta*** (Ledeb.) DC., 1838, Prodr., 6: 316. – *Cineraria robusta* Ledeb., 1833, Fl. Alt., 4: 106. – Бузульник мощный.

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Облигатный петрофит, растет на известняковых каменисто-щебнистых осыпях в лесостепном поясе. Встречается спорадически в ЦА, ЗА.

20. ***Saussurea jadrinzevii*** Krylov, 1915, Тр. Бот. муз. АН СССР, 14: 143. – Горькуша Ядринцева.

Описан с Алтая (Ак-Бом на р. Чуя).

Облигатный петрофит, растет в сыроватых трещинах известняковых скал лесостепного пояса. Встречается спорадически в ЦА в долине Чуи от Иодро до устья р. Боки, а также по долинам правых притоков Чуи на этом же отрезке.

21. ***Saussurea orgaadayi*** V. Khan. et Krasnob., 1984, Изв. СО АН СССР. Сер. биол., 2, 13: 14. – Горькуша оргаадай.

Описан с Алтая (горный массив Монгун-Тайга, верховья р. Кара-Бельдыр).

Облигатный петрофит, растет на скально-каменистых склонах, курумах в субальпийском поясе. Встречается спорадически в Чу, местами достаточно обычен.

22. ***Allium vodopjanovae*** subsp. ***czemalense*** N. Friesen, 1987, Фл. Сибири, 4: 77. – Лук чемальский.

Описан с Алтая (Шебалинский район, в 5 км от с. Чемал, на скалах).

Облигатный петрофит, растет в расщелинах скал и на скально-каменистых склонах южной экспозиции в степном и лесостепном поясах. Встречается редко, пока известно только в СА.

Субэндемичные виды

23. ***Cystopteris altajensis*** Gureeva, 1985, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 87: 5. – Пузырник алтайский.

Описан с Алтая (Алтайский край, Турочакский р-н, Телецкое озеро, низовья реки Бол. Чили, ниши затененных скал).

Облигатный петрофит, растет в трещинах затененных сырых скал лесного пояса. Встречается редко в ЗА и СА.

24. ***Delphinium mirabile*** Serg., 1930, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 3-4: 5. – Живокость чудесная.

Описан с Алтая (долина реки Талдуры, ниже лесной границы).

Факультативный петрофит, растет на лугах, щебнистых осыпях и склонах в верхнем лесном и субальпийском поясах. Встречается нередко, но только в Чу, местами достаточно обычен.

25. ***Corydalis inconspicua*** Bunge, 1842, in Ledeb., Fl. Ross., 1: 104. – Хохлатка незаметная.

Описан с Алтая (дол. р. Чуи напротив устья р. Чеган-Узун).

Облигатный петрофит, растет на каменисто-щебнистых осыпях в альпийском поясе. Встречается нередко в Чу.

26. ***Gypsophila sericea*** (Ser.) Krylov, 1931, Фл. Зап. Сиб., 5: 1087. – *Arenaria sericea* Ser., 1824, DC. Prodr., 1: 414. – Качим шелковистый.

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Факультативный петрофит, растет на каменистых склонах, скалах, галечниках в широком диапазоне высот от степного до субальпийского поясов. Встречается нередко по всему Русскому Алтаю.

27. ***Silene incurvifolia*** Kar. et Kir., 1841, Bull. Soc. Nat. Moscou, 14: 391. – Смолевка изогнутолистная.

Факультативный петрофит, растет на щебнистых и каменистых склонах в степном поясе. Встречается редко в ЗА и ЦА.

28. ***Silene turgida*** Bieb. ex Bunge, 1836, Fl. Alt. Suppl.: 31. – Смолевка вздутая.

Облигатный петрофит, растет в расщелинах скал и на каменистых склонах степного, лесостепного и высокогорного поясов. Встречается нередко в СА, ЦА, Чу, Ос.

29. ***Arabidopsis rupicola*** (Krylov) A.L. Ebel, 2 000, Turczaninowia, 3(3): 19. – *Arabis rupicola* Krylov, 1902, Тр. Петерб. бот. сада, 21, 1: 3, tab. 1, f. 1. – Резушка скальная.

Описан с Алтая (долина р. Чуи близ устья Чеган-Узуна, на тенистых скалах).

Облигатный петрофит, растет на скалах, каменистых осыпях в пустынностепном поясе. Встречается редко в Чу.

30. ***Leiospora exscapa*** (C.A. Meyer) Dvorak, 1968, Spisy Prirod. Fak. Univ. Brno, 497: 357. – *Parrya exscapa* C.A. Meyer, 1831, Ledeb., Fl. alt., 3: 28. – Лейоспора бесстебельная.

Описан с Алтая (реки Курайка и Чеган в бассейне р. Чуи).

Облигатный петрофит, растет на каменисто-щебнистых осыпях, по галечникам, на моренах в высокогорном поясе. Встречается часто в Чу, редко в ЦА, Ос.

31. ***Pachyneurum grandiflorum*** (C.A. Meyer) Bunge, 1839, Del. Sem. Horti Dorpat.: 8. – *Draba grandiflora*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

C.A. Meyer, 1831, in Ledeb., Fl. Alt., 3: 74. – Толстожильник крупноцветковый.

Описан с Алтая (истоки р. Чуи).

Факультативный петрофит, растет на скалах, каменистых россыпях, щебнистых склонах в высокогорном поясе. Встречается только в Чу (нередко на хребтах, окружающих Чуйскую котловину, реже на плато Укок и хр. Монгун-Тайга).

32. ***Sedum populifolium*** Pallas, 1776, Reise, 3: 730. – Очиток тополелистный.

Облигатный петрофит, растет на сырых затененных скалах и крупнокаменистых россыпях в лесном поясе. Встречается нередко в СА, реже в Ос.

33. ***Ribes graveolens*** Bunge, 1835, Mem. Sav. Etr. Petersb., 2: 535; 1836, Suppl. Fl. Alt.: 19. – Смородина пахучая.

Описан с Алтая (бассейн р. Чуя).

Факультативный петрофит, растет на крупнокаменистых россыпях, у основания каменисто-щебнистых осыпей в верхней полосе лесного и в субальпийском поясах. Встречается нередко на всей высокогорной территории Русского Алтая.

34. ***Potentilla kryloviana*** Th. Wolf, 1908, Monogr. Pot.: 322. – Лапчатка Крылова.

Описан с Алтая (истоки р. Калгуты).

Факультативный петрофит, растет на скально-каменистых россыпях, щебнистых осыпях в альпийском поясе. Встречается спорадически в Чу, реже в ЦА.

35. ***Spiraea trilobata*** L., 1771, Mant., 2: 244. – Таволга трехлопастная.

Облигатный петрофит, растет на скалах и скально-каменистых склонах в лесостепном поясе. По сухим скальным обнажениям южной экспозиции проникает глубоко в лесной пояс. Встречается часто на всей территории Русского Алтая.

36. ***Astragalus multicaulis*** Ledeb., 1831, Fl. Alt., 3: 295. – Астрагал многостебельный.

Описан с Алтая (долина р. Чуи).

Факультативный петрофит, растет на каменистых склонах, галечниках, щебнистых осыпях от степного до субальпийского пояса. Встречается нередко в Чу, реже в ЦА и ЗА.

37. ***Gueldenstaedtia monophylla*** Fischer, 1823, Mem. Soc. Nat. Moscou, 6: 171. – Гюльденштедтия однолистная.

Описан с Алтая (Коргонский хребет).

Факультативный петрофит, растет на скалах и каменисто-щебнистых склонах в степном поясе. Встречается спорадически в ЗА, ЦА, редко в Чу (Намзалов, 1994).

38. ***Oxytropis acanthacea*** Jurtzev, 1964, Новости сист. высш. раст.: 203. – Остролодочник иглистый.

Облигатный петрофит, растет на скалах южной экспозиции в субальпийском поясе. Встречается редко только в южной части Шапшальского хребта в Чу.

39. ***Oxytropis recognita*** Bunge, 1874, Mem. Acad. Sci. Petersb. (Sci. Phys. Math.) ser. 7, 22, 1: 88. – Остролодочник признанный.

Описан с Алтая (Чуйские горы).

Факультативный петрофит, растет на скально-каменистых и щебнистых склонах в степном, лесостепном и лесном поясах. Встречается нередко в Чу, реже в ЗА и ЦА.

40. ***Oxytropis setosa*** (Pallas) DC., 1802, Astrag.: 56. – *Astragalus setosus* Pallas, 1800, Sp. Astrag.: 55. – Остролодочник щетинисто-волосистый.

Описан с Алтая (долина р. Катунь).

Факультативный петрофит, растет на скалах, каменисто-щебнистых склонах в степном поясе. Встречается нередко в Чу, ЦА, ЗА.

41. ***Oxytropis trichophysa*** Bunge, 1874, Mem. Acad. Sci. Petersb. (Sci. Phys. Math.) ser. 7, 22, 1: 158. – Остролодочник волосисто-пузырчатый.

Факультативный петрофит, растет на скально-каменистых склонах и каменисто-щебнистых осыпях в высокогорностепном поясе. Встречается редко в южных районах Чу.

42. ***Stenocoelium athamantoides*** (Bieb.) Ledeb., 1829, Fl. Alt., 1: 298. – *Cachrys athamantoides* Bieb., 1819, Fl. Taur.-Cauc. 3: 217. – Узколожбинник атамантовидный.

Описан с Алтая (на р. Чуя против устья р. Чеган).

Факультативный петрофит, растет на осыпях, каменисто-щебнистых склонах, галечниках в высокогорном поясе. В Чуйской степи по галечникам нередко спускается до пустынностепного пояса. Встречается нередко в Чу, реже в Ос.

43. ***Valeriana martjanovii*** Krylov, 1902, Тр. Главн. бот. сада (Ленинград), 1: 9. – Валериана Мартьянова.

Описан с Алтая (верховья рек Шавлы и Маашей).

Облигатный петрофит, растет на мелкощебнистых осыпях, реже на скалах, моренах, каменисто-щебнистых склонах в субальпийском поясе. Встречается спорадически на всех хребтах в Чу.

44. ***Galium coriaceum*** Bunge, 1829, in Ledeb., Fl. Alt., 1: 136. – Подмаренник кожистый.

Описан с Алтая (гора Боом близ р. Чуя).

Облигатный петрофит, растет на скалах и скально-каменистых склонах в степном и лесостепном поясах. Встречается нередко во всех округах Русского Алтая.

45. ***Galium paniculatum*** (Bunge) Pobed., 1971, Новости сист. высш. раст. 7: 277. – *Asperula paniculata* Bunge, 1829, in Ledeb., Fl. Alt., 1: 140. – Подмаренник метельчатый.

Описан с Алтая (р. Чарыш и Сентелек).

Факультативный петрофит, растет на скалах и скально-каменистых склонах в степном и лесостепном поясах. Встречается нередко в ЦА, ЗА, СА, реже в Чу, Ос.

46. ***Eritrichium subrupestre*** M. Popov, 1953, Фл. СССР, 19: 711. – Незабудочник почтискальный.

Описан с Алтая.

Факультативный петрофит, растет на скалах, каменисто-щебнистых сухих склонах, каменистых россыпях в субальпийском поясе. Встречается спорадически в Чу, ЦА, ЗА.

47. ***Scrophularia altaica*** Murray, 1781, Comment. Götting.: 35. – Норичник алтайский.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Облигатный петрофит, растет в расщелинах затененных скал в лесостепном, лесном и субальпийском поясах. Встречается спорадически в СА, ЗА, ЦА.

48. ***Lagopsis marrubiastrum*** (Stephan) Ik.-Gal., 1937, Крылов, Фл. Зап. Сиб., 9: 2304. – *Molucella marrubiastrum* Stephan, 1809, Mem. Soc. Nat. Mosc., 2: 8, excl. ic. – *Lagopsis incana* Bunge, 1836, Suppl. Fl. Alt.: 44. – Лагопсис шандровый.

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Облигатный петрофит, растет на щебнистых осыпях и каменисто-щебнистых склонах в пустынно-степном и высокогорном поясах. Встречается нередко в Чу.

49. ***Lophanthus krylovii*** Lipsky, 1905, Тр. Петерб. бот. сада, 24: 122. – Лофант Крылова.

Описан с Алтая (р. Аргут).

Облигатный петрофит, растет на сухих каменистых склонах, крупнокаменистых россыпях и скалах в лесостепном и субальпийском поясах. Встречается редко в ЦА в долинах рек Чуя и Аргут.

50. ***Scutellaria grandiflora*** Sims, 1956, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 79-80: 8. – Шлемник крупноцветковый.

Факультативный петрофит, растет на щебнистых осыпях, каменистых склонах, галечниках в степном поясе. Встречается спорадически в Чу и ЦА.

51. ***Thymus elegans*** Serg., 1956, Сист. зам. Герб. Том. ун-та, 79-80: 8. – Тимьян изящный.

Описан с Алтая (окр. с. Чемал).

Факультативный петрофит, растет на скалах и закустаренных каменистых склонах в степном поясе. Встречается спорадически в ЦА, СА.

52. ***Dendranthema sinuatum*** (Ledeb.) Tzvel., 1961, Фл. СССР, 26: 370. – *Chrysanthemum sinuatum* Ledeb., 1833, Fl. Alt., 4: 116. – *Leucanthemum sinuatum* (Ledeb.) DC. – Дендрантема выемчатолистная.

Описан с Алтая (без указания точного местонахождения).

Облигатный петрофит, растет на скалах, скально-каменистых и щебнистых склонах в лесостепном и высокогорном поясах. Встречается спорадически во всех округах Русского Алтая.

53. ***Echinops humilis*** Bieb., 1819, Fl. Taur.-Cauc., 3: 598. – Мордовник низкий.

Описан с Алтая (долина р. Чуи).

Факультативный петрофит, растет на скалах, открытых каменистых и щебнистых склонах в степном поясе. Предпочитает карбонатные субстраты. Встречается нередко в ЦА, Чу.

54. ***Taraxacum lyratum*** (Ledeb.) DC., 1838, Prodr., 7: 148. – *Leontodon lyratus* Ledeb., 1833, Fl. Alt., 4: 152. – Одуванчик лировидный.

Описан с Алтая (бассейн р. Чуя).

Факультативный петрофит, растет на мелкощебнистых осыпях, скально-каменистых склонах в альпийском поясе. Встречается нередко в Чу, реже в ЦА.

Литература

Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1998. 240 с.

Намзалов Б.Б. Степи Южной Сибири. Новосибирск; Улан-Удэ, 1994. 309 с.

Ревушкин А.С. Материалы к флористическому районированию Алтае-Саянской провинции // Флора, растительность и растительные ресурсы Сибири. Томск, 1987. С. 32–46.

Ревушкин А.С. Высокогорная флора Алтая. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. 320 с.

Толмачёв А.И. О некоторых количественных соотношениях во флорах земного шара // Вестн. Ленингр. ун-та. 1970. № 15. С. 62–74.

Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ИЗМЕНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ НА ДОЛГОТНОМ И ШИРОТНОМ ГРАДИЕНТЕ (НА ПРИМЕРЕ ФЛОРЫ ЯМАЛА)

О.В. Ребристая
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург
rebristaya@ik6026.spb.edu

Полуостров Ямал расположен на севере Западной Сибири и занимает территорию от северной лесотундры до арктических тундр. Протяженность Ямала с юга на север более 750 км, с запада на восток – 150–200 км. Это цельный по своим природным условиям регион, отличающийся низменным равнинным рельефом, с мощным чехлом четвертичных отложений, достигающих 250–300 м толщины и состоящих из переслаивающихся глинистых, суглинистых и песчаных разностей морского, озерного и частично ледникового генезиса. Особенности плейстоценовой и голоценовой истории полуострова отразились на формировании флоры Ямала, выделяющейся в ряду изученных региональных флор Арктики своей обедненностью. В настоящее время нами обобщены все имеющиеся гербарные и литературные материалы по этому региону, благодаря чему мы можем говорить о практически полном выявлении флоры Ямала.

Уровень богатства флоры Ямала. Флора Ямала (Я) к настоящему времени насчитывает 406 видов, 4 из которых представлены 2 подвидами, всего 410 видов и подвидов, относящихся к 164 родам, 52 семействам. 12 видов представлены типовыми подвидами, 10 – нетиповыми. При анализе все подвиды приняты за самостоятельные единицы. 410 видов – достаточно низкое число, учитывая, что флора охватывает территорию от северной лесотундры до арктических тундр. Флора востока Большеземельской тундры (БТ) (Ребристая, 1977) – территории, протянувшейся от северной лесотундры до северных гипоарктических тундр включительно – насчитывает 475 видов (486 видов и подвидов), относящихся к 186 родам, 59 семействам; флора Таймыра (Т), территории, расположенной от южных до высокоарктических тундр включительно, – 396 видов (411 видов и подвидов), относящихся к 144 родам, 52 семействам (Матвеева, 1998)[1]. Всего в трех соседствующих регионах (восток Большеземельской тундры, Ямал, Таймыр[2]) отмечено 59 семейств, что полностью соответствует составу семейств флоры востока Большеземельской тундры. Во флоре Ямала нет ни одного семейства, не найденного на востоке Большеземельской тундры, и отмечено 4 семейства – *Caprifoliaceae, Ophioglossaceae, Cupressaceae, Cornaceae*, не найденные на Таймыре. Семейства, не найденные во флоре Ямала, относятся к 3 группам – семейства, имеющие крупную дизъюнкцию в западносибирской Арктике: *Polypodiaceae* s.l., связанное с горными фациями, сем. *Selaginellaceae*, отмеченное в приенисейской части Южного Таймыра, семейства с бореальными водными растениями (*Lemnaceae, Callitrichaceae, Haloragaceae*), семейства, едва заходящие на крайний юг востока Большеземельской тундры (*Chenopodiaceae* и *Plantaginaceae*).

Родовой состав. На Ямале отмечено 10 родов, не найденных во флоре Большеземельской тундры: сибирские *Larix, Ptarmica, Lactuca, Lychnis*, бореальные, едва заходящие в северную лесотундру *Chamaedaphne, Cicuta, Naumburgia, Arctostaphylos, Baeothrion*, горный полярноуральский *Oxygraphis*. Вместе с тем в Большеземельской тундре найдено 29 родов, отсутствующих во флоре Ямала: ***Cystopteris***[3], ***Dryopteris***, ***Selaginella***, *Phalaroides, Anthoxanthum,* ***Lerchenfeldia***, *Vahlodea,* ***Leymus***, ***Lemna***, ***Allium***, *Coeloglossum, Chenopodium, Coronaria, Atragene, Thalictrum, Braya, Barbarea, Capsella, Cotoneaster, Trifolium,* ***Callitriche***, *Myriophyllum, Carum, Heracleum, Bartsia, Plantago, Achillea, Matricaria, Tussilago*, 10 из них имеют на Ямале дизъюнкцию и встречаются во флоре Таймыра. Во флоре Ямала, по сравнению с флорой Таймыра, обычны *Linnaea, Crepis, Sibbaldia, Solidago, Hieracium, Trientalis, Gnaphalium, Euphrasia, Moehringia, Agrostis, Botrychium, Juniperus, Phleum, Beckmannia, Geum, Filipendula, Alchemilla, Sorbus, Anthryscus, Cicuta, Conioselinum, Loiseleuria, Naumburgia, Rhinanthus, Lonicera, Ptarmica, Lactuca, Cirsium, Lamium, Montia, Eleocharis, Primula, Aster, Baeothrion, Harrimanea, Honckenia, Picea, Spiraea, Lathyrus, Chamaepericlymenum, Arctostaphylos, Aconitum*. Почти все они (36 из 42 родов) являются общими с флорой востока Большеземельской тундры. Во флоре Таймыра отмечено 20 родов, чуждых флоре Ямала, – кроме вышеперечисленных дизъюнктивных видов, отсутствуют сибирские роды *Kobresia, Claytonia, Phlojodicarpus, Trisetokoeleria, Lesquerella, Thlaspi, Corthusa*, не заходят водные бореальные *Lemna, Callitriche*, бореальный *Lerchenfeldia*, высокоарктический *Pleuropogon*.

Специфическими для Ямала оказались только роды, заходящие в северную лесотундру: *Cicuta, Naumburgia, Ptarmica, Lactuca, Baeothrion, Arctostaphylos*.

Уровень видового богатства флоры Ямала сравним с флорой Таймыра и существенно ниже богатства флоры востока Большеземельской тундры. Примечательно,

[1] По данным Е.Б. Поспеловой и И.Н. Поспелова, флора Таймыра насчитывает более 700 видов (личное сообщение).
[2] Мною сознательно исключена из сравнительного анализа флора Полярного Урала как флора горных ландшафтов.
[3] Жирным шрифтом выделены роды, имеющие на Ямале дизъюнкцию.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

что пропорции флоры Ямала (1 : 3,2 : 7,9) незначительно отличаются от сравниваемых флор (Б – 1 : 3,2 : 8,2; Т – 1 : 2,8 : 7,9), а по родовой насыщенности флора Ямала занимает крайне низкое положение (2,5), тогда как флора Таймыра выходит на первое место (2,85), что указывает на большее видовое разнообразие и обогащение ее автохтонными элементами.

Коэффициент сходства Сёренсена–Чекановского флоры Ямала с флорой востока Большеземельской тундры на уровне видов 72,1%, родов – 87,6%, семейств – 93,6%, с флорой Таймыра соответственно – 60, 79,1 и 93,2%. Эти цифры показывают высокое сходство состава семейств и довольно высокое – родов. Наибольшие различия проявляются в видовом составе флоры. Следует отметить большее сходство флоры Ямала по всем параметрам с флорой востока Большеземельской тундры, чем с флорой Таймыра.

Уровень таксономического богатства подзон. Следующим этапом было выявление биоразнообразия каждой подзоны, для чего подсчитаны числа таксонов – семейств, родов и видов. На Ямале наиболее богата флора северной лесотундры, насчитывающая 282 вида, относящихся к 127 родам, 48 семействам. В ней представлено 90,4% семейств, 78,6% родов и 68,8 % видов всей флоры Ямала. 94 вида имеют здесь северную границу и не заходят в южные тундры. В южной тундре найдено 258 видов, относящихся к 117 родам, 44 семействам, что составляет 63,2% видов, 71,8% родов, 84,6% семейств всей флоры Ямала. В северной тундре встречается 250 видов, 102 рода, 40 семейств (соответственно 61, 62, 77% флоры Ямала), в арктических тундрах – 159 видов, 79 родов, 30 семейств (соответственно 38,7; 48; 57,7% флоры Ямала). Если в целом флора Ямала почти не уступает по числу видов флоре Таймыра, то число видов каждой подзоны, как и число родов и семейств, значительно меньше, чем в подзонах Таймыра и восточной части Большеземельской тундры (табл. 1).

ры, 101–92 в южных тундрах, 86–68 в северных тундрах и 70–63 в арктических тундрах. На о. Белом отмечено 34 рода. Количества видов в локальных флорах соответствующей подзоны Ямала достаточно близки и различаются максимально на 18 видов в южной тундре, на 26 – в северной, на 9 – в арктической тундре. Но в каждой локальной флоре реализуется лишь небольшая часть флоры подзоны, что связано со значительным разнообразием видового состава ЛФ в связи с ландшафтной неоднородностью территории. Так, в южных тундрах локальные флоры составляют 67–74% флоры подзоны и 42,5–47% всей флоры Ямала, в северных тундрах – 56–64% флоры подзоны и 33–39,6% всей флоры Ямала, в арктических тундрах – 73–77%, что составляет 28–30,6% флоры Ямала. Наибольшее разнообразие локальных флор характерно для северных тундр, что напрямую зависит от разнообразия ландшафтов этой подзоны, связанное также с большим ее простиранием (более 2° по широте).

Следует отметить, что в пределах каждой подзоны выявлено большое сходство ЛФ по видовому составу. В подзоне южных тундр коэффициент сходства видового состава ЛФ колеблется от 85,6 до 91,5%, а мера включения – от 84 до 92%. В подзоне северных тундр – от 71 до 93,5%, а мера включения равна (72)77–91(95,6)%. В подзоне арктических тундр сходство видового состава также высоко: 80–86,6%, мера включения 80–92,2%. Сравнение видового богатства локальных флор трех регионов (табл. 2) показало, что наиболее богаты ЛФ Таймыра, они же полнее отражают богатство соответствующих подзон. ЛФ Ямала оказываются самыми бедными.

Особенностью локальных флор Ямала является высокая репрезентативность малых участков территории ЛФ, что связано с фациальной бедностью и экотопологической однородностью ландшафтов. Для примера приведу цифры, отражающие видовое богатство, выявленное на площадях радиусом 0,5; 1; 2; 3; 5 и 10 км.

Таблица 1

Сравнение таксономического богатства подзон Ямала, Востока Большеземельской тундры и Таймыра

Подзона	Восток Большеземельской тундры			Ямал			Таймыр		
	Сем.	Род	Вид	Сем.	Род	Вид	Сем.	Род	Вид
Северная лесотундра	52	146	306	48	127	282	–	–	–
Южная тундра	47	145	382	44	117	258	50	129	324
Северная тундра	39	111	308	40	103	250	41	119	341
Арктические тундры	–	–	–	30	79	159	27	72	181
Высокоарктические тундры	–	–	–	–	–	–	15	33	56

Уровень богатства локальных флор. По числу семейств локальные флоры (ЛФ) достаточно близки: в ЛФ северной лесотундры и южной тундры – 48–38 семейств, в ЛФ северной тундры 37–31 семейство, в ЛФ арктических тундр 29–26 семейств. Столь же незначительны колебания числа родов – 107 в ЛФ северной лесотунд-

Таким образом, даже в радиусе 0,5 км выявляется более 94% видового состава ЛФ, в дальнейшем удалось найти в южных тундрах 8–10 видов, а в арктических тундрах и того меньше – 4 вида. Сопоставление видовых списков близко расположенных ЛФ показало их большое сходство: ЛФ Матюйяха и Тиутей имеют сход-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Видовое богатство локальных флор сравниваемых регионов

Подзона	Восток Большеземельской тундры		Ямал		Таймыр	
	А	Б	А	Б	А	Б
Северная лесотундра	244–206	80–67	223–181	79–64	–	–
Южные тундры	226–203	59–53	192–174	74–67	254–249	78–77
Северные тундры	198–154	64–50	161–141	64–56	245–163	72–48
Арктические тундры	–	–	125–116	77–73	138–128	76–71
Высокоарктические тундры	–	–	–	–	56	100

Примечание. А – диапазон богатства локальных флор в подзоне; Б – доля видов в локальной флоре от общего числа видов подзоны (%).

Таблица 3

Репрезентативность отдельных участков некоторых ЛФ Ямала (в % от общего числа видов ЛФ)

ЛФ	Площадь, км^2					
	0,8	3,2	12,6	28,2	76,5	113,1
Хутыяха	94,9	95,4	95,8	96	96,2	96,3
Лаптаяха	94	94,7	95,2	95,4	95,7	–
Хевесе	96,8	96,8	97,0	97,1	97,2	–
Мантыто	97,0	97,1	97,3	97,4	97,5	–
Матюйяха	96,1	96,3	96,6	96,7	96,8	–
Верхний Тамбей	97,8	97,9	98,0	98,1	98,1	–
Хабейяха	96,0	96,3	96,6	96,7	96,8	–

ство 91,6%, а меру включения (по Симпсону) 92,6%, ЛФ Верхний Тамбей и Тирваяха – 91,1 и 92,4% соответственно. Эти локальные флоры представляют части одной конкретной флоры (Ребристая, 1987). Таким образом, площадь выявления локальной флоры (ареал – минимум конкретной флоры) в условиях Ямала значительно меньше стандартной площади 100 км^2 и равна 30 км^2, а общая площадь конкретной флоры превышает ареал минимум в десятки раз, достигая 1000 км^2 и более.

Изменение таксономического богатства на широтном градиенте. При движении с юга на север происходит закономерное изменение числа семейств, родов, видов как в подзонах (см. табл. 2), так и в локальных флорах (рис. 1). Было проанализировано изменение богатства также по широтным полосам, равным 1° широты (табл. 4). При этом отмечаются две выраженные ступени – переход от южных к северным тундрам (69°с.ш.) и от северных тундр к арктическим (71°с.ш.). Это особенно четко проявляется на видовом и частично родовом уровнях. Резкое изменение числа таксонов всех рангов на уровне 73° связано в значительной степени с островным положением ЛФ о. Белый.

Трансформация флоры на широтном градиенте происходит в значительной степени за счет выпадения отдельных видов и родов и в меньшей степени за счет выпадения семейств (табл. 4). Интерес представляют специфические семейства – это в СЛТ (67–68°) сем. *Pinaceae, Cupressaceae, Potamogetonaceae, Menianthaceae, Grossulariaceae,* в ЮТ (68–69°) сем. *Cornaceae* и *Ophioglossaceae*, в СТ (69–70°) – *Portulacaceae,* в АТ (71–72°) – *Juncaginaceae* и в АТ (72–73°) – *Papaveraceae.* Начиная с СЛТ происходит достаточно постепенное уменьшение числа семейств при двух скачках – при переходе к АТ (71–72°) на 7 семейств и при переходе

Таблица 4

Изменение таксономических показателей на 1° широты

Показатели	Широта							
	67–73°30'	67–68	68–69	69–70	70–71	71–72	72–73	73–73°30'
Число семейств	52	48	44	40	37	30	26	16
Уменьшение числа семейств	–	–	4	4	3	7	4	10
В том числе исчезновение	–	–	6	5	3	8	5	10
Появление новых семейств	–	–	2	1	–	1	1	–
Число родов	164	127	117	102	96	79	63	34
Уменьшение числа родов	–	–	10	15	6	17	16	29
В том числе исчезновение	–	–	34	19	3	19	17	29
Появление новых родов	–	–	24	6	7	2	1	–
Число видов	410	282	258	230	222	159	116	75
Уменьшение числа видов	–	–	24	28	8	63	43	40
В том числе исчезновение	–	–	–	–	–	–	–	42
Появление новых видов	–	–	23	–	–	1	1	2

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

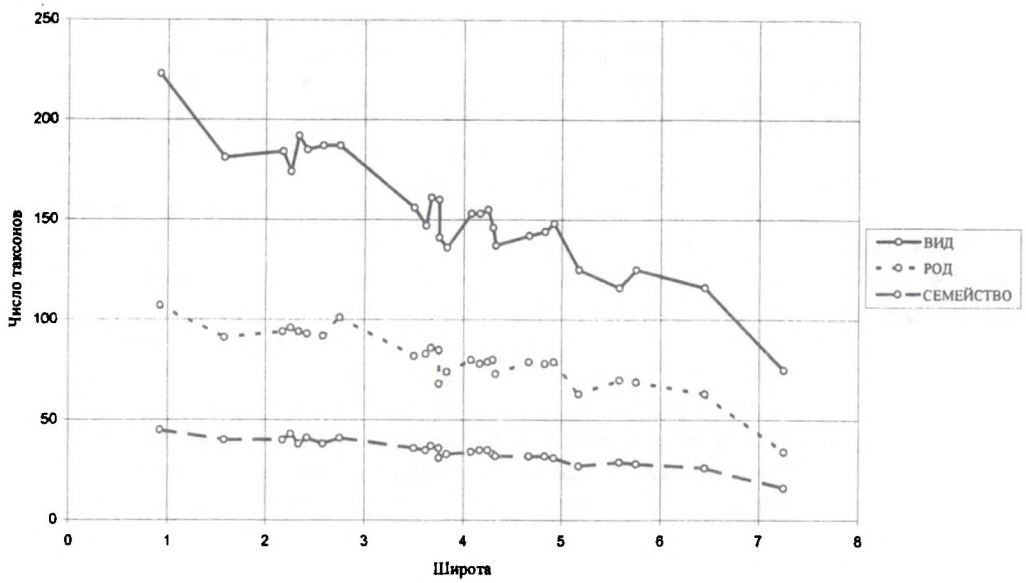


Рис. 1. Изменение таксономического богатства локальных флор на широтном градиенте.
Значения широты: 1 – 67°; 2 – 68°; 3 – 69°; 4 – 70°; 5 – 71°; 6 – 72°; 7 – 73°; 8 – 74°

на остров Белый – выпадает сразу 10 семейств. Вместе с тем следует отметить постоянство ведущих семейств и их роли в сложении флоры. Во всех ЛФ доминирует сем. *Poaceae*, в число ведущих входят также сем. *Cyperaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Ranuncu-laceae, Salicaceae*, остальные семейства, завершающие десятку ведущих семейств, представлены 8 семействами, среди которых сем. *Scrophulariaceae* выбывает в арктических ЛФ из числа ведущих, его место занимает сем. *Brassicaceae*, периодически попадающее в 10 ведущих и южнее, постоянно входит в 10 ведущих, начиная с 70°, сем. *Saxifragaceae*. Более чем в половине ЛФ завершает десятку ведущих сем. *Ericaceae* – одно из ценотически значимых семейств во флоре Ямала. Участие 10 ведущих семейств в ЛФ очень высоко и равно 66–80%, что связано с общей бедностью флоры в целом и ЛФ в частности, однако четкой связи с подзональным положением ЛФ, кроме арктических, не отмечено.

Уменьшение родов в 2,5–4 раза превышает показатель по семействам. Флора Ямала насчитывает 164 рода, причем в отдельных подзонах число их колеблется от 127 до 34.

По числу видов роды распределены следующим образом: наиболее богатыми родами являются *Carex, Salix* (27, 17 видов), 98 родов – одновидовые, 26 – двувидовые, 14 – трехвидовые, 10 – четырех-пятивидовые, 16 насчитывают от 27 до 6 видов. Из 26 двувидовых родов на широтном градиенте сначала 15 родов превратилось в одновидовые, а затем 21 род выпал из флоры, 2 рода превратились в одновидовые и только 3 рода сохранили свой состав: *Dupontia, Phippsia, Cochlearia*, из 14 трехвидовых стали одновидовыми 9 родов, из 5-, 6- и 8- видовых родов в одновидовые превратились по 2 рода, 11-видовой род *Pedicularis* на широтном градиенте потерял 10 видов и представлен на северной границе 1 видом. Из шестнадцати 27 – 6-видовых родов, теряя в своем составе виды, доходят до северной границы Ямала (включая о.Белый) 14. Только *Taraxacum и Rumex* не найдены на северном побережье Ямала. Из 10 родов, насчитывающих по 4–5 видов, выпало из флоры 4 рода (*Minuartia, Galium, Erigeron, Senecio),* 2 рода превратились в 3-видовые, 1 – в 2-видовой и 3 – в 1-видовые. Из 14 трехвидовых родов 10 родов, превратившись сначала в одновидовые, выпали из флоры на широтном градиенте, *Hierochloe* и *Cardamine* стали двухвидовыми, а *Alopecurus* и *Puccinellia* – одновидовыми. Одновидовые роды понесли максимальные потери – из 98 родов сохранилось во флоре всего 4: *Arctophila, Lloydia, Oxyria, Nardosmia.* Наиболее устойчивыми, сохранив более 50% состава, оказались роды *Saxifraga* (6 из 9), *Eriophorum* (4 из 7), *Ranumnculus* (7 из 16), род *Carex* сохранил 7 видов из 27. 100% сохранность имеют двухвидовые роды *Dupontia, Phippsia, Cochlearia* и одновидовые роды *Arctophila, Lloydia, Oxyria, Nardosmia.*

На широтном градиенте значительные изменения происходят уже при переходе к ЮТ (на широте 68–69°), когда исчезают 34 рода, но при этом 24 появляются впервые – максимальное число новых родов. В дальнейшем при движении к северу новые роды появляются в СТ (6 родов на широте 69–70°и 3 на широте 70–71°) – собственно арктические роды *Koeleria, Puccinellia, Koenigia, Honkenia, Cochlearia, A rctanthemum, Parria, Cassiope, B atrachium* и в АТ 2 рода *Eritrichium* и *Triglochin* на широте 71–72° и 1 род – *Papaver* на широ-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

те 72–73°. Появление новых родов лишь незначительно смягчает потери родового состава.

Видовой состав существенно обедняется при движении с юга на север. Не заходят в южные тундры 94 вида, 45 видов не заходят в северные тундры, 115 видов имеют северную границу при переходе в арктические тундры, и, наконец, не найден на о. Белом еще 81 вид. Всего потери видового состава составили во всей флоре Ямала 335 видов.

Видовая специфика ярче проявляется в южных подзонах: 68 специфических видов отмечено в СЛТ и 22 специфических вида в ЮТ. В СТ известно лишь 8 таких видов, в АТ – 5.

Из 410 видов и подвидов, найденных на Ямале, происходит постепенное падение числа видов от 282 в СЛТ до 75 на о. Белом. В отличие от флоры Таймыра (Матвеева, 1998) на Ямале это изменение происходит неодинаково – на протяжении широтной полосы 67–68° – 24 вида, 68–69° – 28 видов, 69–70° – 8 видов, 70–71° – 63 вида, 71–72° – 43 вида, 72–73° – 41 вид. Таким образом, в полосе от 67 до 70° выпало 60 видов, в среднем по 20 видов на 1° и с 70° по 71° – 63 вида. Последующее уменьшение с 71° до 73° равнялось примерно 40 видам на 1°.

Таким образом, происходит в основном одностороннее – с юга на север – уменьшение числа таксонов при незначительном появлении новых родов и видов с севера. Ступенчатость выпадения таксонов соответствует широтному (в градусах широты) и подзональному положению, которые хорошо коррелируют между собой. Сравнительный анализ таксономического богатства отдельных ЛФ показал некоторые различия, связанные с ландшафтными особенностями территорий.

В заключение отмечу, что для флоры Ямала характерно большое участие редких видов, тех, которые найдены в 1–2 локальных флорах, – 92 вида, спорадически распространен 91 вид, повсеместно распространено 76 видов, и, наконец, 151 вид встречается постоянно в одной или 2 подзонах. Такое распространение видов косвенно указывает на продолжающийся процесс заселения Ямала, формирование его флоры. Учитывая естественную нестабильность ландшафтов, следует признать необходимым срочное проведение природоохранных мероприятий – заповедование территорий в пределах каждой подзоны, выделение ландшафтных памятников природы. До сих пор охраняемые территории на Ямале отсутствуют.

Литература

Матвеева Н.В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 220 с.

Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л., 1977. 334 с.

Ребристая О.В. Опыт применения метода конкретных флор в Западносибирской Арктике // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 67–90.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

К ИЗУЧЕНИЮ ЛИХЕНОФЛОРЫ ПИХТОВО-ОСИНОВЫХ ЛЕСОВ ВОДОРАЗДЕЛА РЕК ТОМЬ И ЯЯ

В.В. Руденко
Томский государственный университет, г. Томск
rudenko@ecos.tsu.ru

Наиболее близкие к г. Томску пихтово-осиновые леса с естественным темнохвойным возобновлением в настоящее время находятся на водоразделе Томь–Яя в виде массива, протянувшегося в сторону г. Тайги. По данным Л.В. Шумиловой (1962), это остатки темнохвойных лесов с массой эфемероидов, типичных для черневых лесов верховьев р. Томи, которые не так давно сплошь покрывали последние затухающие отроги Кузнецкого Алатау, протянувшиеся по водоразделу между рр. Томь и Яя.

В сложении древесного яруса участвуют пихта, осина, реже береза, сосна. По берегам лесных ручьев, мелких речек, в логах встречаются темнохвойные участки леса, образованные пихтой, кедром, елью. Участие осины и пихты в образовании древесного яруса в разных участках лесного массива неодинаково, в основном, это связано с вырубкой. Однако в удаленных участках леса зачастую встречаются чистые осиновые массивы, которые перемежаются темнохвойными и березово-сосново-пихтовыми островами. Под пологом леса развивается подрост пихты, кедра, осины, в меньшей степени сосны и березы. Характерно сильное развитие кустарников и некрупных деревьев – различные виды *Salix, Sorbus sibirica, Padus avium, Viburnum opulus, Sambucus sibirica*. По ручьям и в логах растут *Ribes nigrum, Spiraea salicifolia, Swida alba, Ribes hispidulum*, реже *Lonicera altaica*. В темнохвойных участках часто можно встретить *Ribes atropurpureum, Caragana arborescens, Daphne mesereum, Lonicera xylosteum*. Травяной покров образован злаками (*Calamagrostis obtusata, Melica nutans* и др.), видами мелкотравья (*Maianthemum bifolium, Trientalis europaea, Circaea alpina, Stellaria bungeana, S. holostea, Paris quadrifolia, Stellaria longofolia* и др.), а также зарослями высокорослых трав: *Delphinium elatum, Aconitum septentrionale, A. volubile, Thalictrum minus, Th. simplex, Pleurospermum uralense, Anthriscus sylvestris, Angelica sylvestris, Veratrum lobelianum, Lilium pilosiusculum, Cirsium heterophyllum, Saussurea latifolia, Euphorbia lutescens, Paeonia anomala* и др. Также обычны *Lathyrus gmelinii, Galium triflorum, Vicia cracca*, папоротники, различные орхидные (*Goodiera repens, Platanthera bifolia, Dactylorhiza*). Крупный папоротник *Matteuccia struthiopteris* часто образует чистые заросли, в которых отдельные экземпляры достигают гигантских размеров. Весной эти леса расцвечиваются массой эфемероидов: *Anemone altaica, A. caerulea, Erythronium sibiricum, Corydalis bracteata*, в начале лета пышно цветет *Trollius asiaticus*.

Пихтово-осиновые леса отличаются большим разнообразием и обилием лишайников. В течение 1999–2000 гг. автором был собран материал, послуживший основой для данной статьи.

Ниже приводится аннотированный список лишайников, он включает 103 вида из 44 родов, 21 семейства и 8 порядков, причем для двух видов из двух семейств нет определенных порядков. При определении образцов лишайников использовались: «Определитель лишайников СССР», I–VI вып., «Определитель лишайников России», VI, VII вып., «Определитель кустистых и листоватых лишайников СССР» (Томин М.П., 1937), «Определитель корковых лишайников европейской части России» (Томин М.П., 1956), «Определитель лишайников средней полосы европейской части России» (Голубкова Н.С., 1966), а также монография О. Витикайнена (1994) и монография «The Lichen flora of Great Britain and Ireland» (1994).

Названия таксонов даны согласно «Определителю лишайников СССР» (вып. I–V) и «Определителю лишайников России» (вып. VI–VII) с учетом современных изменений в сводках Сантессона (Santesson, 1993). Объемы порядков, семейств и родов даны в соответствии с Eriksson et Hawksworth (1998), однако объемы семейства *Parmeliaceae* приводятся согласно сводке Hawksworth et al. (1995), работы которых использованы Н.В. Седельниковой при написании статьи по Катунскому заповеднику (Седельникова Н.В., 2001). Виды внутри родов, роды внутри семейств и семейства внутри порядков, а также порядки располагаются по алфавиту.

Определения видов выполнены автором. Накипные и листоватые виды лишайников проверены, а некоторые виды переопределены Н.В. Седельниковой. Сомнительные виды родов *Cladonia*, *Peltigera* проверены С.А. Пристяжнюком и Т.В. Макрый (ЦСБС, Новосибирск), А.А. Заварзиным (СПбГУ, Санкт-Петербург), рода *Leptogium* – Г.П. Урбанавичюс (Полярно-Альпийский ботанический сад, Кировск).

Порядок ARTHONIALES
Henssen ex D. Hawksw. & O. Eriksson
Сем. *Arthoniaceae* Reichenb. ex Reichenb.

1. *Arthonia radiata* (Pers.) Ach. – на гладкой коре рябины в темнохвойном участке пихтово-осинового леса, верховья р. Ушайки.

Порядок GRAPHIDIALES Lindau
Сем. *Graphidaceae* Dumort.

2. *Graphis scripta* (L.) Ach. – на коре пихты в темнохвойном участке осинового леса вдоль водотока в окрестностях с. Межениновка.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Порядок LECANORALES Nannf.

Сем. *Bacidiaceae* W. Watson

3. *Bacidia naegelii* (Hepp.) Zahlbr. – на коре пихты в темнохвойном участке осинового леса вдоль водотока в окрестностях с. Межениновка.

4. *Biatora sphaeroides* (Dicks.) Koerb. – на мхах в основании осин в пихтово-осиново-кедрово-березовом участке леса, окрестности ост. Пл. 41-й км.

5. *Cliostomum corrugatum* (Ach.) Fr. – на мертвой коре кедра, вдоль водотока в пихтово-осиновом крупнотравном лесу.

6. *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy – на старом валежнике с признаками гари, сухих пнях; по выворотням.

Сем. *Candelariaceae* Hakulinen

7. *Candelariella lutella* (Vain.) Räsänen – на коре ивы в зарослях крапивы на северо-западной окраине большой поляны в осиново-пихтовом лесу, окрестности ост. Пл. 41-й км.

8. *C. xanthostigma* (Ach.) Lettau – на гладкой коре рябины у опушки в кедро-пихтово-осиновом участке леса.

Сем. *Cladoniaceae* Zenker

9. *Cl. arbuscula* (Wallr.) Flot. – на гнилой древесине, пнях, редко на замшелых стволах – в темнохвойных участках леса вдоль водотоков.

10. *Cl. bacilliformis* (Nyl.) Gluck – по основаниям деревьев, гнилым стволикам.

11. *Cl. botrytes* (Hagen) Willd. – на гнилой древесине, на основании стволов.

12. *Cl. cenotea* (Ach.) Schaer. – на гнилых валежинах, пнях.

13. *Cl. chlorophaea* (Flk.) Spreng. – на валежнике, на гнилой древесине, основании деревьев.

14. *Cl. coniocraea* (Flk.) Spreng. – на замшелых основаниях деревьев, на гнилой древесине, пнях, валежнике, гнилом обработанном дереве.

15. *Cl. cornuta* (L.) Hoffm. – на гнилой древесине, валежнике, пеньках, приствольных повышениях, особенно во влажных участках леса.

16. *Cl. crispata* (Ach.) Flot. – на валежинах по зеленым мхам и на голой гнилой древесине.

17. *Cl. decorticata* (Flk.) Spreng. – на замшелых основаниях деревьев.

18. *Cl. deformis* (L.) Hoffm – на валежинах, пеньках, реже по замшелым основаниям стволов.

19. *Cl. fimbriata* (L.) Fr. – на приствольных повышениях, гнилой древесине, на кочках, пнях.

20. *Cl. gracilis* (L.) Willd. – на гнилой древесине валежника и пеньков.

21. *Cl. grayi* G. Merr. ex Sandst. – по основаниям деревьев, на гнилой древесине.

22. *Cl. macilenta* Hoffm. – на основании деревьев, по валежинам и пенькам, ssp. *macilenta* – на основании деревьев.

23. *Cl. portentosa* (Duf.) Coem. – на гнилой древесине, очень редко по основаниям стволов.

24. *Cl. rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg. – на замшелых валежинах и пеньках.

25. *Cl. stellaris* (Opiz) Pouzar et Vezda – на валеже и гнилых пнях.

Сем. *Collemataceae* Zenker

26. *Collema fuscovirens* (With.) Laundon – в нижней трети ствола осины, среди побегов зеленых и печеночных мхов в пихтово-осиновом папоротниково-крупнотравном лесу по водоразделу Томь–Яя, окрестности ост. Пл. 41-й км.

27. *Leptogium cyanescens* (Rabh.) Korb. – на валежинах среди зеленых мхов. В пихтово-осиновом лесу на замшелой изогнутой уступом березе – водораздел Томь–Яя, окрестности ост. Пл. 41-й км.

28. *L. saturninum* (Dicks.) Nyl. – на замшелых валежинах и в основаниях стволов осин.

29. *L. subtile* (Schard.) Torss. – на валежине в сообществе с зелеными мхами в осиново-пихтовом лесу с примесью березы, водораздел рр. Томь–Яя, окрестности ост. Пл. 41-й км.

Сем. Lecanoraceae Korb.

30. *Lecanora argentata* (Ach.) Malme – на коре осины в пихтово-осиновом крупнотравном участке леса, в окрестностях с. Межениновка.

31. *L. intumescens* (Rebent.) Rabenh. – на коре осин в пихтово-осиновых крупнотравных лесах.

32. *L. populicola* (DC.) Dubyl. – на гладкой коре молодых осин.

33. *L. orae-frigidae* R. Sant. – на коре различных древесных пород.

34. *L. symmicta* (Ach.) Ach. – на коре и ветках хвойных и лиственных деревьев.

35. *Lecidella elaeochroma* (Ach.) Choisy – на гладкой коре пихты в пихтово-осиновом лесу с примесью кедра, ели и березы, водораздел Томь–Яя, окрестности ост. Пл. 41-й км.

36. *Pyrrhospora elabens* (Fr.) Hafellner – на гладкой коре рябины и пихты в осиново-пихтовом папоротниково-крупнотравном лесу, водораздел рр. Томь–Яя, окрестности ост. Пл. 41-й км.

37. *Scoliciosporum umbrinum* (Ach.) Arnold – на гладкой коре пихт в темнохвойном участке пихтово-осинового леса.

Сем. *Mycoblastaceae* Hafellner

38. *Mycoblastus sanguinarius* (L.) Norman – на гнилой древесине валежника, на основаниях и в нижней части стволов деревьев.

Сем. *Parmeliaceae* Zenker

39. *B. capillaris (Ach.)* Brodo et D. Hawksw. – на нижних веточках темнохвойных и лиственных деревьев.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

40. *B. furcellata* (Fr.) Brodo et D. Hawksw. – на нижних ветках и коре хвойных деревьев, на коре берез – в осиново-темнохвойных, березовых участках леса.

41. *B. nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. – на нижних ветвях и коре темнохвойных и лиственных деревьев.

42. *Evernia divaricata* (L.) Ach. – на ветках темнохвойных деревьев в участках леса, протянувшихся вдоль водотоков.

43. *E. mesomorpha* Nyl. – на ветвях и стволах различных пород деревьев, на древесине, валежнике, сухостое.

44. *Flavopunctelia soredica* (Nyl.) Hale – на стволах берез, реже сосен в смешанных лесах.

45. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – на ветвях, стволах различных деревьев, на сухостое и валеже, на гнилых пеньках, на кустарниках.

46. *H. vittata* (Ach.) Parrique – на нижних веточках, на сухостое и валеже.

47. *Melanelia exasperatula* (Nyl.) Essl. – на ветках и коре хвойных и лиственных (береза) деревьев.

48. *M. olivaceae* (L.) Essl. – на стволах и ветвях различных пород деревьев и кустарников.

49. *M. septentrionalis* (Lynge) Essl. – на морщинистой коре ивы в зарослях крапивы в осиново-пихтовом лесу на северо-западном краю большой поляны. Водораздел рр. Томь–Яя, лесной массив в окрестностях ост. Пл. 41-й км.

50. *M. subargentifera* (Nyl.) Essl. – на ветках и стволах хвойных и лиственных деревьев.

51. *M. subaurifera* (Nyl.) Essl. – на стволе осины в осиновом лесу с темнохвойными и березовыми островами в верховьях р. Ушайка, водораздел рр. Томь–Яя.

52. *Parmelia sulcata* Tayl. – на стволах и ветвях деревьев, валежнике, сухостое, гнилых пеньках.

53. *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl. – на стволах и ветвях хвойных деревьев, гнилой древесине, на мертвой голой древесине.

54. *P. hyperopta* (Ach.) Arnold – на стволах и ветвях хвойных деревьев, древесине и валежнике, на мертвой древесине.

55. *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale – на нижних ветках хвойных и лиственных деревьев.

56. *T. chlorophylla* (Willd.) Hale – на стволе осины в осиновом лесу с темнохвойными и березовыми островами в верховьях р. Ушайки, водораздел рр. Томь–Яя.

57. *U. lapponica* Vain. – на нижних веточках хвойных деревьев.

58. *U. longissima* Ach. – на ветвях хвойных деревьев.

59. *U. subfloridana* Stirt. – на ветвях и стволах хвойных и лиственных деревьев.

60. *Vulpicida pinasri* (Scop.) J.E. Mattson et M.J. Lai. – на стволах и ветвях хвойных и лиственных деревьев, по стволам черемухи, рябины, кустарников, на валежинах, сухостое и пеньках.

Сем. *Physciaceae* Zahlbr.

61. *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid – на гладкой коре пихт, рябин.

62. *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd – на стволах пихт, осин, рябин, черемухи.

63. *B. shaereri* De Not. – на гладкой коре пихт, на нижних веточках хвойных деревьев.

64. *Heterodermia speciosa* (Wulfen.) Trevis. – на стволах осин, сухостое и валежнике в осиново-пихтовых лесах.

65. *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg – на стволах осин в осиново-пихтовом крупнотравном лесу с темнохвойными и березовыми участками, иногда с примесью сосны. Лесной массив на водоразделе рр. Яя – Томь, окрестности с. Межениновка.

66. *Ph. orbicularis* (Neck.) Moberg – на стволах осин, ив в осиново-пихтовых лесах, междуречье рр. Томь–Обь, лесные массивы на водоразделе рр. Яя–Томь, окрестности с. Межениновка.

67. *Physcia adscendens* (Fr.) Oliv. – на стволах осин, ив, карагане в осиново-пихтовых лесах.

68. *Ph. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr. – на стволах ив, осин, на карагане.

69. *Ph. caesia* (Hoffm.) Fürnr. – на стволах осин, на иве, карагане в осиново-пихтовых фитоценозах с примесью кедра, ели, сосны, березы. Водораздел рр. Яя–Томь, верховья р. Ушайки, окрестности с. Межениновка.

70. *Ph. dubia* (Hoffm.) Lettau – на стволах ивы, черемухи, на сухостое и валежнике.

71. *Ph. stellaris* (L.) Nyl. – на стволах осин, ив.

72. *Ph. tenella* (Scop.) DC. – на стволе осин, ив, на карагане в осиновых, осиново-пихтовых, пихтово-осиновых участках лесного массива по водоразделу рр. Яя–Томь.

73. *Ph. tribacia* (Ach.) Nyl. – на стволах ив, осин.

74 . *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt – на стволах осин и ив в темнохвойно-осиновых лесах.

75. *Ph. distorta* (With.) J.R.Laundon – на стволах осин и ив в темнохвойно-осиновых лесах.

76. *Ph. grisea* (Lam.) Poelt – на коре ив, осин, на карагане во влажных участках леса.

77. *Ph. perisidiosa* (Erichsen) Moberg – на стволах осин в темнохвойно-осиновых крупнотравных лесах.

78. *Rinodina archaea* (Ach.) Arnold – на стволах пихт и ивы в темнохвойно-осиновых крупнотравных лесах.

79. *R. pyrina* (Ach.) Arnold – на гладкой коре пихты, черемухи.

80. *R. septentrionalis* Malme – на коре пихты, рябины в кедро-пихтовом участке пихтово-осинового леса, окрестности с. Межениновка.

81. *R. sophodes* (Ach.) A. Massal. – на гладкой коре черемухи в темнохвойном участке леса у ручья в осиново-пихтовом лесу в окрестностях с. Межениновка.

Сем. *Porpidiaceae* Hertel et Hafellner

82. *M. sabuletorum* (Schreb.) Hafellner – на мхах в основании осин, в осиново-темнохвойных лесах.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Сем. *Ramalinaceae* C. Agardh

83. *R. pollinaria* (Westr.) Ach. – на стволах осин и елей в темнохвойно-осиновых лесах.

84. *R. roesleri* (Hochst. ex Schaer.) Hue – на стволах сосен, пихт, елей, осин, на стволиках караганы в темнохвойных, осиново-пихтовых лесах.

Порядок LEOTIALES Carpenter
Сем. *Icmadophilaceae* Triebel

85. *Icmadophilia ericetorum* (L.) Zahlbr. – на валежнике, корневых лапах деревьев, гнилой древесине.

Порядок PELTIGERALES W.R. Watson
Сем. *Lobariaceae* Chevall.

86. *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. – на замшелых валежинах и пнях, на наклоненных замшелых основаниях стволов.

Сем. *Nephromataceae* Wetm. ex J.C. David & D. Hawksw.

87. *N. parile* (Ach.) Ach. – на старой замшелой березе, изогнутой уступом в темнохвойном участке леса у ручья с южной окраины большой поляны. Осиново-пихтовый массив леса на водоразделе Томь–Яя в верховьях р. Ушайка.

Сем. *Peltigeraceae* Dumort.

88. *Peltigera aphthosa (L.) Willd.* – в напочвенном покрове среди зеленых мхов.

89. *P. canina* (L.) Willd. – в напочвенном покрове среди зеленых мхов, на замшелых валежинах, на основании стволов деревьев, на гнилой древесине.

90. *P. didactyla* (With.) J. R. Laundon – среди зеленых мхов в напочвенном покрове и на валежинах.

91. *P. leucophlebia* (Nyl.) Gyeln. – в напочвенном покрове среди зеленых мхов, реже на замшелых основаниях стволов.

92. *P. polydactylon* (Neck.) Hoffm. – в напочвенном покрове и на валежинах среди зеленых мхов, реже по гнилой древесине, в нижней трети стволов осин.

Порядок PERTUSARIALES M. Choisy
Сем. *Pertusariaceae* Korb.

93. *P. alpina* Hepp ex M.E. Achles – на гладкой коре рябины в темнохвойных участках осиново-пихтового лесного массива на водоразделе рр. Яя–Томь в верховьях р. Ушайки.

94. *P. amara* (Ach.) Nyl. – на гладкой коре пихты в темнохвойных лесах.

Порядок PYRENULALES
Сем. Perenulaceae Rabenh.

95. *Pyrenula nitida* (Weigel) Ach. – на коре осин в осиновых, пихтово-осиновых, темнохвойно-березово-осиновых лесах, водораздел рр. Томь–Яя.

Порядок TELOSCHISTALES D. Hawksw. & O. Eriksson
Сем. *Teloschistaceae* Zahlbr.

96. *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr. – на стволах осин в осиново-пихтовых лесах.

97. *C. haematites* (Chaub.) Zwackh. – на коре ив, осин.

98. *C. holocarpa* (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade – на стволах ив и осин.

99. *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr. – на стволах осин, ив в пихтово-осиновых лесах.

100. *X. fallax* (Hepp) Arnold – на стволах осин, ив, на карагане в пихтово-осиновых лесах.

101. *X. parietina* (L.) Th. Fr. – на стволах осин в осиново-пихтовых крупнотравно-папоротниковых лесах.

FAMILE INCERTAE SEDIS
Сем. *Coniocybaceae* Reichenb.

102. *Chaenotheca chrysocephala* (Turn. ex Ach.) Th. Fr. – на валежнике, на коре пихт. В осиново-пихтовом папоротниково-крупнотравном лесу, окрестности ост. Пл. 41-й км.

Сем. Thelocarpaceae Zukal

103. *Thelocarpon laruri* (Flot.) Nyl. – на старой обработанной древесине, на открытом месте у пихтово-осинового леса, окрестности ост. Пл. 41-й км.

В пихтово-осиновых лесах водораздела рр. Томь–Яя лишайники используют различные субстраты, образуют разнообразные сообщества с видами зеленых мхов и сообщества, состоящие из разных видов лишайников. На разрушающемся валеже обитают *Peltigera canina, P. polydactylon, P. leucophlebia, Leptogium saturninum*. Среди зеленых мхов на почти разрушенной валежине в сыром темнохвойном участке леса был найден слизистый лишайник *Leptogium subtile*, распространенный в Европе и на Кавказе.

Основания деревьев занимают *Cl. fimbriata, Cl. coniocraea, Cl. decorticata, Cl. macilenta, Cl. cenotea, Vulpicida pinastri*. На березах темно-оливковыми пятнами растут *Melanelia olivacea*, серыми пятнами – *Parmelia sulcata, Hypogymnia physodes*, а также *Flavopunctelia soredica, Bryoria furcellata, Lecanora symmicta*. На стволах пихт обитают накипные (*Mycoblastus sanguinarius, Lecanora symmicta, Rinodina archaea, Buellia shaereri, B. disciformis, Amandinea punctata, Chaenotheca chrysocephalla*) и листоватые лишайники (*Hypogymnia physodes, Parmelia sulcata*).

На стволах рябин растут как обычные листоватые лишайники, особенно если дерево старое с трещиноватой корой, так и накипные, с талломом, развивающимся внутри коры, на рябинах с гладкой корой: *Arthonia radiata, Pertusaria alpina* и др.

На осинах в основании стволов на мхах растет *Mycobilimbia sabuletorum*, покрывая побеги мхов порошистым налетом, усеянным светло- или темно-коричневыми шариками плодовых тел. Выше по стволу забираются крупнолистоватые слоевища *Peltigera canina, P. polydactylon*, где также поселяются в соседстве с зелеными и печеночными мхами. На стволах осин также растут слизистые лишайники *Leptogium saturninum, Collema fuscovirens*. Накипные лишайники представлены видами *Candelariella lutella, C. xanthostigma, Lecanora intumescens, Caloplaca cerina, C. haematites,*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

C. holocarpa. Разнообразны рассеченнолопастные листоватые лишайники, это виды родов *Phaeophyscia, Physcia, Physconia, Xanthoria, Heterodermia speciosa*. Наиболее часто встречаются *Physcia adscendens, Ph. aipolia, Ph. stellaris, Ph. tenella, Phaeophyscia ciliata, Ph. orbicularis, Physconia detersa, Ph. distorta*, а также *Xanthoria fallax*, образующая крупные оранжевые пятна на деревьях. Неморальный лишайник *Heterodermia speciosa* встречается постоянно, однако большие, хорошо развитые слоевища очень редко – в наиболее влажных, тенистых местообитаниях. Редкими из эпифитных видов на осинах являются *Physcia caesia, Melanelia subargentifera*. Из кустистых лишайников на стволах осин развиваются виды рода *Ramalina*. Один из них – *R. pollinaria* – встречается наиболее часто, образуя жесткие кустики из одной – двух широких плоских лопастинок, торчащие в стороны от стволов деревьев.

На стволах ив, реже черемухи, также развиваются сходные с осинами виды, это, вероятно, связано с химизмом коры, так как листоватые виды семейств *Physciaceae* и *Teloschistaceae* являются нитрофилами. Кроме них на черемухе был найден накипной лишайник *Rinodina sophodes*.

Необходимо отметить слабое развитие кустистых лишайников родов *Bryoria* и *Usnea* на стволах и в кронах деревьев в пихтово-осиновых и осиново-пихтовых участках леса. Однако эти виды являются обильными и обычными на нижних ветвях и в кронах деревьев в темнохвойных сообществах, растущих по берегам ручьев, лесных речек, в сырых логах.

Литература

Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней полосы европейской части СССР. М.; Л.: Наука, 1966. 256 с.
Определитель лишайников России. СПб., 1996. Вып. 6. 304 с.
Определитель лишайников СССР. Л.: Наука, 1971. Вып. 1. С. 412 с.
Определитель лишайников СССР. Л.: Наука, 1975. Вып. 3 275 с.
Определитель лишайников СССР. Л.: Наука, 1977. Вып. 4. 343 с.
Определитель лишайников СССР. Л.: Наука, 1978. Вып. 5 305 с.
Седельникова Н.В. Лишайники // Флора и растительность Катунского заповедника (Горный Алтай). Новосибирск: Издательский дом «Манускрипт», 2001. С. 228–277.
Томин М.П. Определитель кустистых и листоватых лишайников СССР. Минск, 1937. 311 с.
Томин М.П. Определитель корковых лишайников европейской части СССР. Минск, 1956. 533 с.
Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири: Учебн. пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1962. 440 с.
Santesson R. The Lichens and Lichenicolous Fungi of Sweden and Norway. Lund. 1993. 240 p.
The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. 1992. 710 p.
Vitikainen O. Taxonomic revision of Peltigera (lichenized Ascomycotina) in Europe // Acta Botanica Fennica. 1994. 152. 89 p.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ХИРОНОМИД РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ НИЖНЕЙ ТОМИ

А.И. Рузанова
НИИ биологии и биофизики при ТГУ, г. Томск
hydra@res.tsu.ru

Акватория бассейна Нижней Томи находится в зоне повышенной антропогенной нагрузки, водные системы которой испытывают на себе загрязнения разного типа – химического, теплового, радиоактивного, механического (русловые разработки нерудных материалов) и др. Под воздействием техногенных факторов гидроценозы этого бассейна претерпели существенные трансформации. Истинные масштабы и степень этих изменений возможно оценить лишь с помощью методов биоиндикации, т.к. только сама биота может объективно дать интегральный ответ на все воздействия извне. Видовое разнообразие биоты – один из ведущих показателей в биоиндикации, на основе которого расчитывается большинство коэффициентов загрязнения. В водных экосистемах наиболее информативными показателями состояния водной среды выступают донные животные, среди которых наиболее разнообразно и массово отмечены представители семейства Chironomidae. По числу видов и разнообразию их жизненных форм хирономиды не имеют себе равных среди донных животных бассейна Томи, на их долю приходится свыше 50% всего обилия видов бентоса (сообщества донных животных). Сведения о фауне этой ведущей группы бентоса для р. Томи и ее притоков ограничены лишь краткими сводками в нескольких публикациях (Круглова, 1951; Файзова, 1977, 1983, 1984; Рузанова, 1997).

Цель настоящей работы – охарактеризовать видовое разнообразие и особенности распределения хирономид по водотокам бассейна Нижней Томи.

В основу данного сообщения легли материалы многолетних исследований (1988–2001 гг.) в нижнем течении р. Томи и ее притоках, выполненные в плане комплексных работ по экологической оценке состояния территорий Северного промышленного узла г. Томска и 30-километровой зоны Сибирского химического комбината. Идейным вдохновителем и первым научным руководителем этих комплексных работ в НИИББ был Ю.А. Львов. За этот период были обследованы р. Томь от границы с Кемеровской областью до устья, ее протоки на этом отрезке (Калтайская, Светлая, Суровская, Сухая, Чернильщиковская, Кижировская, Поросская) и притоки – рр. Басандайка, Ушайка, Киргизка с притоками, Самуська с притоками, Камышка, Кисловка. Сбор материала осуществлялся дночерпателем Петерсена с площадями захвата 1/25, 1/40, 1/80 кв. м, скребком и рамкой; организмы фиксировались 70-градусным спиртом. Всего было собрано и обработано около 800 проб бентоса. При определении видов хирономид использовали определители и определительные таблицы А.А. Черновского (1949), В.Я. Панкратовой (1970, 1977, 1983), А.И. Шиловой (1976), И.И. Кикнадзе и др. (1991), Е.А. Макарченко (1985, 1999), T. Wiederholm (1983).

Из литературных источников для рек бассейна Нижней Томи известно 65 таксонов хирономид, из них свыше 10 определены только до рода. Исследованиями предыдущих лет были охвачены ценозы р. Томи в нижнем течении и ее притоков – Басандайки, Ушайки, Кисловки. Для рек бассейнов Киргизки, Самуськи и Камышки фауна этой группы нами исследовалась впервые. Нашими исследованиями более чем за десятилетний период для водотоков Нижней Томи выявлено 212 видов и форм хирономид из пяти подсемейств: *Tanypodinae* – 28, *Diamesinae* – 4, *Prodiamesinae* – 3, *Ortocladiinae* – 67, *Chironominae* – 110 (табл. 1). Впервые для бассейна р. Томи указаны 116 видов и форм хирономид.

В качественном распределении личинок хирономид по водотокам Томи нижнего участка прослеживается явная неравномерность, определяемая комплексом причин – характером грунтов, гидрологическим, гидрохимическим и термическим режимами водотоков, а также степенью изученности фауны этих рек. Регулярные исследования проводились лишь в рр. Томь, Киргизка, Самуська с притоками, а также в протоке Чернильщиковская, остальные водотоки обследовались эпизодически. Максимальное видовое разнообразие хирономид отмечается в р. Киргизке, также высоким таксономическим разнообразием характеризуются ценозы р. Томи с протоками и р. Самуськи.

В Томи выделяются два участка, значительно различающиеся фаунистическими комплексами хирономид между собой, что обусловлено как различием грунтов и гидрологического режима, так и уровнем антропогенной нагрузки. Река Томь выше г. Томска носит полугорный характер и отличается высокими скоростями течения и преобладанием на всем протяжении каменисто-гравийных грунтов с ограниченным включением песчаных и заиленных биотопов. На данном относительно чистом участке формируются типично речные сообщества личинок хирономид с повышенным разнообразием таксонов (97 видов и форм) и доминированием личинок лито-фитореофильного и в меньшей степени псаммореофильного комплексов – *Rheotanytarsus gr. exiguus*, *Cladotanytarsus gr. mancus*, *Eukiefferiella tshernovskii*, *Synorthocladius semivirens*, *Monodiamesa bathyphila*, *Thienemannimyia gr. lentiginosa*. И лишь в затишных участках реки на заиленных песчано-гравийных грун-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Видовой состав и распределение хирономид в водотоках Нижней Томи

Таксоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TANYPODINAE										
Ablabesmyia gr.monilis L.	+	+	+	+	+			+	+	+
Ablabesmyia longistula Fittk.*	+	+			+		+		+	
Ablabesmyia monilis L.	+				+		+			
Apsectrotanypus trifascipennis Zett. *					+	+	+	+	+	+
Arctopelopia griseipennis (V.d.Wulp) *					+					
Clinotanypus nervosus Mg.		+	+		+					
Conchapelopia intermedia Fittk.	+									
Conchapelopia melanops (Wied.)	+				+					
Conchapelopia pallidula (Mg.) *	+									
Derotanypus sibiricus (Tshern.)					+		+			
Krenopelopia binotata (Wied.) *	+	+								
Larsia gr.curticalcar (Kieff.)	+	+		+	+					
Macropelopia gr.nebulosa (Mg.) *					+	+				
Nilotanypus dubius (Mg.)							+		+	
Procladius ferrugineus Kieff.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Procladius gr.choreus Mg.	+	+			+	+	+	+	+	+
Procladius nigriventris Kieff. *					+					
Psectrotanypus varius Fabr.					+	+				
Psilotanypus imicola Kieff.		+								
Psilotanypus ruffovittatus V.d.Wulp *		+								
Rheopelopia gr.ornata (Mg.) *	+	+								
Tanypus punctipennis Mg.				+	+					
Tanypus villipennis (Kieff.)					+					+
Thienemannimyia vitellina (Kieff.)	+	+			+					
Thienemannimyia fuscipes (Edw.) *		+								
Thienemannimyia gr.lentiginosa (Fries)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Trissopelopia gr.flavida Kieff. *	+	+								
Zavrelimyia gr.melanura (Mg.) *	+	+			+		+			
DIAMESINAE										
Diamesa carpatica Botn.et Cindea-Cure					+					
Potthastia longimana Kieff.	+				+		+		+	
Protanypus gr.morio Zett.				+						
Pseudodiamesa gr.nivosa (G.) *						+				
PRODIAMESINAE										
Monodiamesa bathyphila (Kieff.)	+	+								
Odontomesa fulva (Kieff.) *					+	+	+	+	+	
Prodiamesa olivacea (Mg.)				+	+	+	+	+	+	
ORTHOCLADIINAE										
Acricotopus lucens (Zett.) *				+						
Brillia longifurca Kieff. *				+	+	+	+			
Brillia pallida Sparck *				+						
Bryophaenocladius nitidicolis (G.) *						+				
Cardiocladius capucinus Zett.	+									
Chaetocladius piger (G.) *						+				
Corynoneura celeripes Winn. *		+				+		+		
Corynoneura lacustris Edw. *							+			
Corynoneura lobata Edw. *								+		
Corynoneura scutellata Winn.	+	+			+		+	+	+	+
Cricotopus algarum Kieff.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Cricotopus bicinctus (Mg.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таксоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cricotopus biformis Edw. *	+	+	+		+	+	+	+	+	
Cricotopus holsatus (G.) *					+					
Cricotopus trifascia Edw. *			+	+	+					
Cricotopus dizonias Mg. *					+					
Cricotopus gr. silvestris Fabr.	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Cricotopus gr.ephippium Zett. *					+					
Cricotopus latidentatus Tshern.	+	+	+	+	+		+	+	+	
Cricotopus sp.					+		+			
Diplocladius cultriger Kieff. *				+						+
Epoicocladius ephemerae Kieff. *					+	+	+	+		
Eukiefferiella alpestris G. *	+							+		
Eukiefferiella calvescens Edw. *					+	+		+	+	
Eukiefferiella brevicalcar (Kieff.) *							+	+		
Eukiefferiella communis Pan. *							+			
Eukiefferiella clypeata (Kieff.)	+									
Eukiefferiella coerulescens Kieff. *	+									
Eukiefferiella hospita Edw. *	+	+	+	+	+		+	+	+	
Eukiefferiella longicalcar (Kieff.) *	+			+						
Eukiefferiella longipes Tshern. *					+	+	+	+	+	
Eukiefferiella quadridentata Tshern. *	+		+	+	+		+			
Eukiefferiella similes Goetgh. *				+	+		+	+		
Eukiefferiella stylifer G. *							+	+	+	
Eukiefferiella tshernowskii Pan.	+	+		+						
Eukiefferiella sp.	+						+			
Heterotrissocladius marcidus (Walk.) *			+	+	+	+	+	+	+	
Limnophyes prolongatus Kieff. *	+					+		+		
Limnophyes pusillus Eaton *				+	+	+	+			
Limnophyes transcaucasicus Tshern. *								+		
Nanocladius bicolor (Zett.)	+	+	+	+	+	+	+	+		
Nanocladius sp. *					+					
Orthocladius gr.fuscimanus (Kieff.) *							+			
Orthocladius gr.olivaceus Kieff. *	+				+		+			
Orthocladius gr.saxicola Kieff.		+	+		+		+	+	+	
Orthocladius oblidens Walk. *	+									
Orthocladius sp.							+	+		
Parakiefferiella bathophila (Kieff.)					+	+	+	+	+	
Parakiefferiella coronata (Edw.) *	+	+		+						
Parakiefferiella triquetra (Pan.) *							+			
Parametriocnemus sp. *					+					
Paratrichocladius inaequalis Kieff.	+		+	+	+		+	+		
Paratrichocladius inserpens (Walk.) *					+	+				
Psectrocladius sordidellus (Zett.)		+								
Psectrocladius fabricus Zelentzov *	+	+			+		+			+
Psectrocladius simulans (Johan.)		+	+				+		+	
Psectrocladius ventricosus Kieff. *	+									
Pseudorthocladius curtistylus G. *						+				
Pseudosmittia cf.virgo Strenzke *						+				
Rheocricotopus brunensis G. *	+		+	+	+		+	+	+	
Rheocricotopus dorieri G. *						+				
Synorthocladius semivirens (Kieff.)	+	+	+	+	+		+	+	+	
Thienemanniella flaviforceps Kieff. *				+	+		+	+		

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Продолжение табл. 1

Таксоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thienemanniella gr.clavicornis Kieff. *	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Trissocladius brevipalpis Kieff. *						+				
Trissocladius potamophilus (Tshern.) *	+			+	+	+			+	
Tvetenia bavarica G. *	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
CHIRONOMINAE										
Tanytarsini										
Cladotanytarsus gr.mancus (V.d. Wulp)	+	+	+	+	+		+	+		+
Cladotanytarsus lepidocalcar Kruger	+									
Cladotanytarsus mancus (Wak.)	+									
Cladotanytarsus wexionensis Brundin *	+	+								
Cladotanytarsus gr.vandervulpi Edw. *		+			+		+			
Constempellina brevicosta (Edw.) *								+		
Micropsectra gr.praecox Mg.		+	+		+	+	+	+	+	+
Micropsectra contracta Reiss *							+		+	
Micropsectra recurvata G. *				+	+	+				
Micropsectra curvicornis Tshern. *	+	+		+	+		+			
Paratanytarsus austricus (Kieff.) *				+	+	+	+		+	
Paratanytarsus confusus Palmen		+		+	+		+			
Paratanytarsus quintuplex Kieff. *		+			+					
Paratanytarsus siderophila (Zvereva) *						+				
Paratanytarsus sp.					+	+				
Rheotanytarsus gr.exiquus (Joh.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rheotanytarsus curtistylus G.	+									
Rheotanytarsus muscicola Kieff.	+									
Rheotanytarsus photophilus G. *	+	+			+					
Stempellina almi Brundin *		+					+			
Stempellina bausei (Kieff.) *							+			
Stempellinella brevis (Edw.) *							+			
Stempellinella minor (Edw.) *		+			+		+			
Tanytarsus usmaensis Pag.	+			+				+	+	+
Tanytarsus gr.excavatus Edw. *		+			+					
Tanytarsus gr.holochlorus (Edw.)	+	+	+	+	+		+			+
Tanytarsus gr.lestagei G.	+	+			+		+			
Tanytarsus medius Reis et Fittkau *	+	+		+	+		+	+	+	
Tanytarsus pallidicornis (Walk) *	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanytarsus verralli G. *	+	+		+	+				+	+
Tanytarsus sp.					+	+				
Virgatanytarsus arduennensis (G.) *				+	+					
Chironomini										
Camptochironomus pallidivittatus (Mall.)*					+	+				
Chironomus melanescens Keyl *					+					
Chironomus piger Strenzke *					+	+				
Chironomus pilicornis (Fabr.) *				+	+					
Chironomus cingulatus Mg. *	+	+		+	+	+	+			+
Chironomus f.l. bathophilus Kieff.					+		+			
Chironomus heterodentatus Konst. *	+	+	+		+	+	+	+		
Chironomus nigrocaudatus Erbaeva *				+	+					
Chironomus nudiventris Ryser et al.	+	+			+					
Chironomus obtusidens G.	+	+		+	+		+	+		+
Chironomus pancratovae Grebenjuk et al.*					+					
Chironomus parathummi Keyl *					+					

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Продолжение табл. 1

Таксоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chironomus gr.plumosus (L.)	+	+			+					+
Chironomus plumosus (L.)	+	+		+	+					+
Cladopelma gr.viridula (Fabr.)	+	+			+					+
Cladopelma armeniacus (Tshern.)					+					
Cryptochironomus borysthenicus Tshern.*					+	+				
Cryptochironomus gr.defectus Kieff.	+	+	+	+	+	+	+			+
Cryptochironomus defectus Kieff.	+	+			+					
Cryptochironomus obreptans (Walk.) *	+									
Cryptochironomus psittacinus (Mg.) *	+	+			+					
Cryptochironomus redekei (Krus.) *					+					
Cryptochironomus rostratus Kieff. *		+								
Cryptochironomus supplicans (Mg.) *	+									
Cryptochironomus macropodus Ljachov *	+	+								
Cryptochironomus rolli Kirpitchenko	+									
Cryptochironomus sp.(Ch.gen.N9 Lip.) *	+	+								
Cryptochironomus tshernowskij Versh. *	+				+			+		
Cryptochironomus vytshegdae Zvereva *	+	+								
Cryptochironomus sp.	+				+		+			
Cryptotendipes gr.nigronitens (Edw.)	+	+		+	+					
Demicryptochironomus vulneratus (Zett.)	+	+			+		+			
Dicrotendipes gr.nervosus Staeg.	+	+	+	+	+					+
Dicrotendipes pulsus (Walk.) *	+	+								
Dicrotendipes tritomus (Kieff.)	+									
Endochironomus albipennis (Mg.)	+	+		+						+
Endochironomus stackelbergi G. *	+									
Endochironomus tendens (Fabr.)		+								
Glyptotendipes glaucus (Mg.) *	+	+		+	+					+
Glyptotendipes gripekoveni Kieff.							+			
Glyptotendipes mancunianus Edw. *		+								
Glyptotendipes paripes Edw. *	+	+								
Glyptotendipes sp.	+	+								
Harnischia fuscimana Kieff.	+	+	+	+	+		+			
Lipiniella arenicola Shilova	+	+					+			
Lipiniella moderata Kalugina *	+	+			+		+			
Microchironomus tener (Kieff.)	+	+			+					
Microtendipes pedellus (De Geer)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Microtendipes tarsalis (Walk.)					+					
Nilothauma brayi G.*	+									
Parachironomus gr.pararostratus Lenz.			+		+					
Parachironomus arcuatus G. *	+	+		+		+				
Parachironomus biannulatus (Staeg.) *		+								
Parachironomus vitiosus (G.)		+								
Paracladopelma camptolabis (Kieff.)	+	+			+	+	+	+	+	+
Paracladopelma sp. *					+		+	+		
Paralauterborniella nigrochalteralis (Mall.)	+	+		+	+		+			
Paratendipes albimanus (Mg.)	+			+	+	+	+	+	+	+
Paratendipes "connectens №3" (Lip.) *			+							
Paratendipes intermedius Tshern.	+									
Paratendipes transcaucasicus Tshern. *						+				
Pentapedilum exectum Kieff.	+			+		+	+	+		+
Pentapedilum sordens (V.d.Wulp)	+									+

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таксоны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Polypedilum bicrenatum Kieff.	+	+								+
Polypedilum convictum (Walk.)	+	+		+	+			+		
Polypedilum nubeculosum Mg.	+	+	+	+	+		+			+
Polypedilum pedestre (Mg.)				+	+	+	+	+	+	
Polypedilum scalaenum Schr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Polypedilum tetracrenatum Hirv. *					+					
Polypedilum sp. (Ch.gen. №3 Lip.) *	+	+			+	+	+			
Polypedilum sp.		+								
Pseudochironomus prasinatus (Staeg.)	+									
Robackia demeijerei (Kruseman)	+									
Sergentia coracina (Zett.)					+		+			
Stictochironomus "connectens №2" (Lip)*		+			+			+		
Stictochironomus gr.histrio F.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Stictochironomus rosenscholdi (Zett.) *	+				+			+		
Xenochironomus xenolabis Kieff.	+									
ИТОГО:	112	93	36	66	126	58	87	58	44	35

Примечание. 1 – р. Томь; 2 – протоки р. Томи; 3 – р. Басандайка; 4 – р. Ушайка; 5 – р. Киргизка; 6 – притоки р. Киргизки; 7 – р. Самуська; 8 – притоки р. Самуськи; 9 – р. Камышка; 10 – р. Кисловка; + – вид присутствует; * – вид впервые указан для бассейна Томи.

тах преимущество получают личинки псаммо-пелореофильного комплекса с включением элементов эврибионтных форм – *Chironomus nudiventris*, *Ch. obtu-sidens*, *Polypedilum scalaenum*, *Procladius ferrugineus*, *Stictochironomus* gr. *histrio*.

Ниже г. Томска река меняет свой характер на равнинный, скорости течения уменьшаются. Основные донные отложения на данном участке – в разной степени заиленные песчаные и песчано-гравийные грунты. Видовой состав хирономид на этом участке Томи сокращается до 61 таксона. Основной облик фауны формируют элементы псаммо-пелореофильного комплекса с более широким включением эврибионтных форм и представителей лимнофильного комплекса, среди них преобладают в сообществах личинки *Chironomus nudiventris*, *Ch. obtusidens*, *Procladius ferrugineus*, *Polypedilum scalaenum*, *Microchironomus tener*, *Lipiniella arenicola*, *L. moderata*, *Harnischia fuscimana*, *Dicrotendipes* gr. *nervosus*, *Monodiamesa bathyphila*. Обеднение фауны хирономид в нижнем участке Томи можно объяснить как однообразием условий обитания, так и увеличением антропогенн нагрузки на ценозы.

В протоках выше и ниже г. Томска формируются сходные с соответствующими участками Томи сообщества хирономид как по составу, так и по доминирующим комплексам.

Из обследованных притоков Нижней Томи наибольшие различия в фаунистических комплексах хирономид проявляются между реками правобережья и левобережья, что связано в основном с особенностями грунтов и гидрологического режима. Левобережные притоки Томи – типично равнинные реки с замедленным течением, преобладающие грунты илистые с разным количеством детрита, участками встречаются заросли макрофитов. Основной облик фауны хирономид р. Кисловки лимнофильный (пелофитофильный) со значительным включением эврибионтных форм, роль типично речных видов здесь невелика. На течении ведущие позиции занимают личинки *Tanytarsus pallidicornis*, *Micropsectra gr. praecox*, *Apsectrotanypus trifascipennis*, *Paracladopelma camptolabis*, а на затишных участках *Ablabesmyia gr. monilis*, *Cryptochironomus gr. defectus*, *Endochironomus albipennis*, *Chironomus gr. plumosus*.

Правобережные притоки (рр. Басандайка, Ушайка, Киргизка, Самуська, Камышка и их притоки) – это быстротоки с низкой температурой воды и преимущественно с каменисто-галечными и песчано-галечными грунтами, лишь в омутах и на затишных участках этих рек распространение получают песчано-илистые грунты с разным количеством детрита. Степень развития макрофитов в этих реках слабая и в основном на затишных участках, зато каменисто-галечные грунты имеют сильное водорослевое обрастание, создающее дополнительный биотоп для личинок хирономид. На чистых участках правобережных притоков формируются очень сходные фаунистические комплексы хирономид с незначительными различиями в доминирующих группах. Каменисто-галечный и песчано-галечный биотопы этих рек характеризуются максимальным таксономическим разнообразием хирономид (около 70% всего обилия видов притоков). Доминируют на этих грунтах личинки литофитореофильного комплекса с незначительными фрагментами псаммореофильных и эврибионтных форм: *Cricotopus bicinctus*, *C. algarum*, *C. biformis*, *Orthocladius*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

gr. saxicola, *Eukiefferiella hospita*, *E. longipes*, *Tvetenia bavarica*, *Thienemannimyia gr. lentiginosa*, *Rheotanytarsus gr. exiguus*, *Microtendipes pedellus*, *Polypedilum scalaenum*, *Stictochironomus gr. histrio*. В затишных участках правобережных притоков преимущественное развитие получают личинки псаммо- и пелореофильного комплексов с широким включением эврибионтов и лимнофилов, лидируют в сообществах личинки *Micropsectra gr. praecox*, *Procladius ferrugineus*, *Tanytarsus pallidicornis*, *Stictochironomus gr. histrio*, *Prodiamesa olivacea*, *Odontomesa fulva*.

Для устьевых участков рек характерны замедленное течение и илисто-песчаные грунты. Здесь формируются сообщества хирономид, представленные почти в равных соотношениях псаммо-пелореофильными, эврибионтными и лимнофильными группировками. По сравнению с вышележащими участками рек в устьевых зонах видовое разнообразие хирономид снижается. Основное ядро сообществ здесь образуют личинки *Polypedilum nubeculosum*, *P. scalaenum*, *Chironomus heterodentatus*, *Ch. obtusidens*, *Ch. cingulatus*, *Procladius ferrugineus*, *P. gr. choreus*.

В заключение следует отметить, что фауна хирономид р. Томи ниже г. Томска и левобережных ее притоков более однообразная и представлена в основном широкораспространенными видами равнинного комплекса. На отрезке Томи выше города и в ее правобережных притоках развиваются сообщества хирономид с высоким видовым разнообразием и сложной экологической структурой, облик фауны соответствует предгорному типу водотоков с доминированием личинок лито-фитореофильного комплекса, из которых многие редки для бассейна Оби и имеют узкий спектр распространения.

Литература

Кикнадзе И.И., Шилова А.И., Керкис И.Е. и др. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. Новосибирск, 1991. 115 с.

Коновалюк Е.Ф., Файзова Л.В. Гидрофауна Томи в зоне строящегося Крапивинского водохранилища // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. Новосибирск, 1983. С. 160–162.

Круглова В.М. Личинки тендипедид водоемов Томской области // Рыбное хозяйство Томской области и продуктивность водоемов. Томск, 1951. С. 279–290.

Макарченко Е.А. Хирономиды Дальнего Востока СССР. Подсемейства Podonominae, Diamesinae и Prodiamesinae (Diptera, Chironomidae). Владивосток, 1985. 208 с.

Макарченко Е.А. Комары – звонцы (Chironomidae) / Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые. Двукрылые. СПб., 1999. 999 с.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae – Tendipedidae). Л., 1970. 343 с.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae – Tendipedidae). Л., 1977. 154 с.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae – Tendipedidae). Л., 1983. 296 с.

Рузанова А.И. К изучению фауны хирономид реки Томи // Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири. Кемерово, 1997. С. 90–91.

Файзова Л.В. Сезонная динамика состава, обилия и биомассы личинок хирономид в водоемах окрестностей Томска // Природные ресурсы Сибири. Томск, 1977. С. 61–68.

Файзова Л.В., Коновалюк Е.Ф. Проблемы биологического режима реки Томи. Деп. ВИНИТИ № 5135-84. Томск, 1984. 16 с.

Черновский А.А. Определитель личинок комаров подсемейства Tendipedidae. Л., 1949. 186 с.

Шилова А. И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976. 251 с.

Wiederholm T. (Ed.) Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. Entomol. Scand., 1983. Suppl. № 19. 457 p.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ОПЫТ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ: РЕСПУБЛИКА ТЫВА*

В.М. Яновский
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
institute@forest.akadem.ru

Систематического изучения энтомофауны Тувы не проводилось. Спорадически изучались отдельные таксоны [Галкин, 1958а,б, 1962; Казачинская, 1959; Коломиец, 1966; Костюк, 1975; Вийдалепп, 1975, 1979а,б; Резник, 1977; Рем, Вийдалепп, 1979], массовые вредители [Черепанов, 1955; Коломиец, 1960, 1968; Кондаков, 1963, 1987] или эколого-хозяйственные группировки [Нальняева, 1960; Гречкин, 1962; Исаев, Гирс, 1975; Королев, 1980; Мамаев, 1984а,б; Назарова, 1990; Girs, Yanovsky, 1991; Яновский и др., 1996]. Причем преобладающая часть лесоэнтомологических исследований была приурочена к Восточной и Центральной Туве. Базируясь на цитированных выше литературных источниках и собственных исследованиях 1969 г. в Западной Туве и 1995 г. в Восточной Туве, мы попытались систематизировать имеющиеся данные.

При этом мы исходили из разработанного нами направления – экологической фаунистики лесных насекомых [Яновский, 1995], согласно которому конкретным таксонам лесной растительности свойственны специфические энтомокомплексы. Их специфика определяется видовым составом, доминированием различных видов, особенностями биологии и экологии видов энтомокомплекса, закономерностями их динамики численности и характером взаимоотношений энтомокомплекса с экосистемой в целом. Таким образом, располагая сведениями о фауне и закономерностях лесотипологического районирования, мы можем составить представление о характере дифференциации энтомофауны на лесопокрытой площади и напряженности лесопатологической обстановки на том или ином участке леса. В качестве лесотипологической основы мы взяли схему лесорастительного районирования, разработанную В.Н. Смагиным с соавт. (1980). В рамках этих таксонов лесорастительного районирования будут характеризоваться группировки насекомых – основных вредителей лесов Тувы.

Восточнотувинская – Южнозабайкальская лесорастительная область. Восточнотувинская котловинно-горная провинция лиственничных и кедровых лесов

Энтомокомплексы Тоджинского округа. Округ располагается в пределах Тоджинской котловины и окружающих ее гор. Структура поясности округа включает подтаежные березовые, лиственничные и сосновые леса, горно-таежные травяные лиственничные и сосновые леса, горно-таежные моховые лиственничные и кедровые леса, подгольцово-таежные лиственничные и кедровые леса [Смагин и др., 1980]. Практически никаких сведений об энтомофауне округа нет.

Насекомые-филлофаги. Судя по лесорастительным условиям, **в подтаежном поясе** возможно массовое размножение чешуекрылых *(Lepidoptera)* – сибирского *(Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.*) (Lasiocampidae)* и непарного *(Lymantria dispar* L.*) (Lymantriidae)* шелкопрядов, серой лиственничной листовертки *(Zeiraphera griseana* Hbn.*) (Tortricidae)*.

Насекомые-ксилофаги. Исходя из условий обитания и состава древесных пород, возможна активизация лиственничной златки *(Melanophila guttulata* Gebl.*) (Buprestidae)*, тонкоусого елового *(Tetropium gracilicorne* Rtt.*)*, блестящегрудого *(T. castaneum* L.*)*, малого черного *(Monochamus sutor* L.*)* и большого черного *(M. urussovi* Fisch.*)* усачей *(Cerambycidae)*, большого лиственничного короеда *(Ips cembrae* Heer*)*, полосатого древесинника *(Xyloterus lineatus* Ol.*) (Scolytidae)* и рогохвостов *(Sirex ermak* Sem., *S. yuvencus* L., *S. noctilio* F., *Urocerus gigas taiganus* Bens.*) (Siricidae)*.

Энтомокомплексы Каахемского округа. К территории округа относятся широтные хребты междуречья Каа-Хема и Бий-Хема и Каахемское плоскогорье в бассейне левобережных притоков реки Каа-Хем. В структуре лесорастительной поясности преобладает горно-таежный ВПК. Нижний подтаежный пояс наиболее выражен в западной половине округа в долинах Каа-Хема и его крупных притоков [Смагин и др.,1980]. Энтомофауна **таежного пояса** стабилизирована и выполняет в основном регуляторные функции переноса вещества и энергии.

В **подтаежных лиственничниках** обстановка напряжена. Здесь возможно массовое размножение вредителей леса.

Насекомые-филлофаги: сибирский и непарный шелкопряды, серая лиственничная листовертка.

Насекомые-ксилофаги: лиственничная златка, тонкоусый еловый усач, большой лиственничный короед, полосатый древесинник.

Насекомые-конофаги: лиственничная муха *(Strobilomyia laricicola* Karl.*) (Diptera, Anthomyidae)*, шишковая огневка *(Dioryctria abietella* Den. et Schiff.*) (Lepidoptera, Phycitidae)*, лиственничная шишковая галлица *Thomasiniana sibirica* Mam. *(Diptera, Cecidomyiidae)*.

Насекомые – вредители подроста. Существенного повреждения естественного возобновления не отмечалось. Тем не менее здесь присутствуют большой лиственничный долгоносик *(Hylobius albosparsus* Boh.*) (Coleoptera, Curculionidae)*, перепончатокрылые пилильщики *(Hymenoptera)* – паутинный *Cephalcia lariciphila* Wachtl.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(Pamphilidae), настоящий пилильщик *Anoplonyx pectoralis* Lep., *Nematus wesmaeli* Tischb., *N.imperfectus* Zadd. *(Tenthredinidae)*, галлица Рожкова *(Dasineura rozhkovi* Mam. et Nic.*) (Diptera, Cecidomyiidae)*, которые могут нанести большой ущерб молодым лиственницам.

Насекомые – вредители корней представлены жуками *(Coleoptera): Rhizotrogus solstitialis* L., *Rhombonyx holosericea* F., *Lasiopsis henningi* Fisch. *(Scarabaeidae), Selatosomus aeneus* L. *(Elateridae)* и бабочками *(Lepidoptera): Euxoa islandica* Hufn., *E. nigricans* L. *(Noctuidae).*

Центральноазиатская котловинно-горная лесорастительная область. Алтае-Тувинско-Хангайская котловинно-горная лесорастительная провинция горных степей и лиственничных лесов

Энтомокомплексы Хемчикско-Куртушубинского округа. Северная граница округа проходит по отрогам Саянского хребта вдоль реки Большие Уры, далее по водораздельной линии хребтов Иджир и Куртушубинский до верховьев реки Сейбы, откуда, спускаясь вдоль ее правобережья, доходит до реки Бий-Хем. Южной границей служит северный борт Улуг-Хемской котловины. Леса представлены перистепными лиственничниками, горно-таежными лиственничными и кедрово-лиственничными лесами и подгольцово-субальпийско-таежными лиственничниками [Смагин и др.,1980].

Таежные леса в лесопатологическом отношении являются довольно спокойной зоной. Насекомые в данном случае имеют положительное значение, обеспечивая перенос вещества и энергии в экосистемах. Лишь при интенсивных вспышках массового размножения сюда могут проникать миграционные очаги сибирского шелкопряда (*Dendrolimus superans sibiricus Tschetv.*). Возможно также возникновение очагов серой лиственничной листовертки (*Zeiraphera griseana Hbn.*) при панзональных вспышках массового размножения.

Перистепные лиственничники, напротив, находятся под постоянной угрозой массового размножения вредителей леса.

Насекомые-филлофаги. Практически все массовые виды филлофагов свойственны перистепным лиственничникам этого округа. Здесь обнаружено массовое размножение чешуекрылых *(Lepidoptera)* – сибирского *(Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.*)* и непарного *(Lymantria dispar* L.*)* шелкопрядов, античной волнянки *(Orgyia antiqua* L., *Lymantriidae)*, лиственничной сибирской чехлоноски *(Coleophora sibiricella* Flkv., *Coleophoridae)*, серой лиственничной листовертки *(Zeiraphera griseana* Hbn.*)*. Кроме того, здесь выявлено присутствие хвойного бражника *(Hyloicus morio* Rotsch.et Jord., *Sphingidae)*, дымчатой сумеречной пяденицы *(Ectropis bistortata* L., *Geometridae)* и, возможно, шелкопряда-монашенки *(Lymantria monacha* L., *Lymantriidae).*

Насекомые-ксилофаги. Перечислены в систематическом порядке: златки – *Anthaxia quadripunctata* L., *Melanophila guttulata* Gebl., *Trachypteris acuminata* Deg.; усачи – *Tetropium gracilicorne* Rtt., *Monochamus sutor* L., *M.urussovi* Fisch.; короеды – *Ips cembrae* Heer, *Orthotomicus laricis* F., *O. suturalis* Gyll., *Xyloterus lineatus* Ol.; рогохвосты – *Sirex ermak* Sem., *S.juvencus* L., *Urocerus gigas taiganus* Bens.

Насекомые-конофаги: шишковая огневка *(Dioryctria abietella* Den.et Schiff.*)*, лиственничная шишковая галлица *(Thomasiniana sibirica* Mam.*)*, лиственничная муха *(Strobilomyia laricicola* Karl.*)*.

Насекомые – вредители подроста: большой лиственничный долгоносик *(Hylobius albosparsus* Boh.*)*, совки – *Mamestra glauca* Hbn., *Syngrapha ain* Hochenw., пилильщики – *Nematus erichsoni* Htg., *N. imperfectus* Zadd., галлица Рожкова – *Dasineura rozhkovi* Mam.et Nic.

Насекомые – вредители корней: восточный майский хрущ – *Melolontha hippocastani* F., блестящий щелкун – *Selatosomus aeneus* L.

Энтомокомплексы Верхнехемчикского округа. Округ занимает бассейны рек Алаш, Барлык и верховья реки Хемчик. Леса представлены перистепными и горно-таежными лиственничниками. Нижняя граница даже перистепных лиственничников лежит выше 1400 м [Смагин и др., 1980]. Неблагоприятные погодные условия с длительной малоснежной зимой и коротким умеренно теплым летом мало способствуют росту численности дендрофагов. Здесь ни разу не отмечалось существенного роста численности насекомых. По лесорастительным и климатическим условиям возможны лишь массовое размножение серой лиственничной листовертки *(Zeiraphera griseana* Hbn.*)* и достаточно активная деятельность лиственничной мухи *(Strobilomyia laricicola* Karl.*)*.

Энтомокомплексы Северотаннуольского округа. Округ занимает северные склоны хребтов Западного и Восточного Танну-Ола. Леса представлены перистепными лиственничниками, подтаежными лиственничниками и березняками, горно-таежными лиственничниками и подгольцово-таежными кедрово-лиственничными лесами [Смагин и др., 1980]. Как и во всех других лесорастительных округах на территории Тувы, в горно-таежном поясе плотность популяций дендрофагов, как правило, не претерпевает больших изменений. Лишь при интенсивных вспышках массового размножения сюда могут проникнуть миграционные очаги сибирского шелкопряда *(Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.*)* и серой лиственничной листовертки *(Zeiraphera griseana* Hbn.*)*. Наиболее напряженная лесопатологическая обстановка складывается в **перистепных и подтаежных лиственничниках.**

Насекомые-филлофаги представлены значительным числом массовых видов: сибирский *(Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.*)* и непарный *(Lymantria dispar* L.*)* шелкопряды, античная волнянка *(Orgyia antiqua* L.*)*,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

серая лиственничная листовертка *(Zeiraphera griseana Hbn.)*, цветочная лиственничная *(Eupithecia lariciata* Frey.) и лиственничная *(Semiothisa continuaria* Ev.) пяденицы.

Насекомые-ксилофаги. Эта группировка также весьма разнообразна: *Anthaxia quadripunctata* L., *Melanophila guttulata* Gebl., *Trachypteris acuminata* Deg. *(Buprestidae)*; *Tetropium gracilicorne* Rtt., *Xylotrechus altaicus* Gebl., *Monochamus sutor* L., *M. urussovi* Fisch. *(Cerambycidae)*; *Scolytus morawitzi* Sem., *Ips cembrae* Heer, *Xyloterus lineatus* Ol. *(Scolytidae) (Coleoptera)*; *Sirex juvencus* L., *S.ermak* Sem., *Urocerus gigas taiganus* Bens. *(Siricidae) (Hymenoptera)* (подчеркнуты виды, проявляющие наибольшую активность).

Насекомые-конофаги: лиственничная муха *(Strobilomyia laricicola* Karl.), лиственничная шишковая галлица *(Thomasiniana sibirica* Mam.), шишковая огневка *(Dioryctria abietella* Den.et Schiff.).

Насекомые – вредители подроста в первую очередь представлены перепончатокрылыми *(Hymenoptera)*: *Cephalcia lariciphila* Wachtl. *(Pamphilidae)*; *Anoplonyx pectoralis* Lep., *A. duplex* Lep., *A. versicolor* Vikb., *Nematus wesmaeli* Tischb., *N. imperfectus* Zadd. *(Tenthredinidae)*. Встречаются также совки *(Lepidoptera, Noctuidae)* – *Mamestra pisi* L., *Syngrapha ain* Hochenw., *Taeniocampa gothica* L. и большой лиственничный долгоносик *(Hylobius albosparsus* Boh., *Coleoptera, Curculionidae)*.

Насекомые – вредители корней: *Rhizotrogus solstitialis* L., *Rhombonyx holosericea* F., *Lasiopsis henningi* Fisch. *(Coleoptera, Scarabaeidae)*; *Selatosomus aeneus* L. *(Coleoptera, Elateridae)*; *Euxoa islandica* Hufn., *E.nigricans* L. *(Lepidoptera, Noctuidae)*.

Достаточным разнообразием характеризуется и энтомофауна **подтаежных березняков.**

Насекомые-филлофаги. Помимо полифага – непарного шелкопряда *(Lymantria dispar* L.) существует комплекс монофагов березы и олигофагов лиственных пород. К ним относятся бабочки *(Lepidoptera)*: *Eudia pavonia* L. *(Saturniidae)*, *Notodonta dromedarius* L. *(Notodontidae)*, *Geometra papilionaria* L., *Cyclophora pendularia* Cl., *Electrophaes corylata* Thunb., *Biston betularius* L., *Boarmia roboraria* Den. et Schiff., *Rheumaptera hastata* L. *(Geometridae)*, *Drepana lacertinaria* L. *(Drepanidae)*, *Euproctis similis* Fssl. *(Lymantriidae)*, *Amates baja tabida* Butl., *Apatele leporina* L., *A. alni* L., *A. psi* L., *Herminia barbalis* Cl. *(Noctuidae)*.

Насекомые-ксилофаги. Эта группировка довольно однообразна. Выявлены короеды *(Coleoptera, Scolytidae)* – *Scolytus ratzeburgi* Jans., *Xyleborus dispar* F., *Xyleborinus saxeseni* Ratz. и ольховый рогохвост *(Xiphydria camelus* L., *Hymenoptera, Xiphydriidae)*.

Энтомокомплексы Южнотаннуольского округа. Округ охватывает южные макросклоны хребтов Западного и Восточного Танну-Ола. Округ крайне лесодефицитен. Южные склоны Танну-Ола почти безлесны. Лишь в верхней полосе (1800–2100 м) пятна перистепных, субальпийских и подгольцовых лиственничников [Смагин и др., 1980].

Насекомые-филлофаги представлены массовыми видами: сибирский шелкопряд *(Dendrolimus superans sibirucus* Tschetv.), античная волнянка *(Orgyia antiqua* L.), серая лиственничная листовертка *(Zeiraphera griseana* Hbn.), лиственничная сибирская чехлоноска *(Coleophora sibiricella* Flkv.). Кроме того, обнаружены лиственничная пяденица *(Semiothisa continuaria* Ev.), цветочная лиственничная пяденица *(Eupithecia lariciata* Frey.).

Насекомые-ксилофаги: *Anthaxia quadripunctata* L., *Melanophila guttulata* Gebl. *(Buprestidae)*, *Tetropium gracilicorne* Rtt., *Monochamus sutor* L., *M. urussovi* Fisch. *(Cerambycidae)*, *Scolytus morawitzi* Sem., *Ips cembrae* Heer, *Xyloterus lineatus* Ol. *(Scolytidae)*, *Sirex ermak* Sem., *S. juvencus* L. *(Siricidae)*.

Насекомые-конофаги: *Strobilomyia laricicola* Karl., *Thomasiniana sibirica* Mam., *Laspeyresia illutana dahuricolana* Vl. Kuzn.

Насекомые – вредители подроста: *Cinara laricis* Walk. *(Homoptera, Lachnidae)*, *Mamestra glauca* Hbn., *M.pisi* L. *(Lepidoptera, Noctuidae)*, *Gilpinia coreana* Takagi *(Hymenoptera, Diprionidae)*, *Cephalcia lariciphila* Wachtl. *(Hymenoptera, Pamphilidae)*, *Anoplonyx duplex* Lep., *A. pectoralis* Lep., *A. versicolor* Vikb., *Nematus glaucus* Bens., *N. erichsoni* Htg., *N.wesmaeli* Tischb., *N. laricis* Htg. *(Hymenoptera, Tenthredinidae)*, *Dasineura rozhkovi* Mam. et Nic. *(Diptera, Cecidomyiidae)*.

Насекомые – вредители корней: *Lasiopsis henningi* Fisch., *Selatosomus aeneus* L.

Энтомокомплексы Сангиленского округа. Северная граница округа проходит по водоразделам Одроен-Тайга, Хорумунг. Сын-Тайга. Восточная и южная – по государственной границе с Монголией. Леса составлены перистепными и подтаежными лиственничниками, горно-таежными темнохвойно-лиственничными лесами. Леса высокогорные (нижняя граница 1500 м) с недостатком тепла [Смагин и др., 1980].

В энтомологическом отношении округ не изучен. Специфика жестких климатических условий дает основания предполагать, что активность насекомых-дендрофагов минимальна. Очевидно, так же, как в Верхнехемчикском округе, возможны лишь массовое размножение серой лиственничной листовертки *(Zeiraphera griseana* Hbn.) и достаточно активная деятельность лиственничной мухи *(Strobilomyia laricicola* Karl.).

Энтомокомплексы Улугхемского округа. Округ расположен в Центральнотувинской котловине. Леса представлены островными сосновыми борами [Смагин и др., 1980].

Изоляция сосняков этого округа от основных массивов сосновых лесов обусловила практически полное отсутствие опасных специализированных вредителей сосны.

Насекомые-филлофаги. Вредители кроны представлены очень слабо. Нами выявлен только бледноногий сосновый пилильщик *(Microdiprion pallipes* Fall.)

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(Diprionidae), единичные личинки которого обнаружены в кронах как спелых сосен, так и 15-летних культур. Однако для этого вредителя не свойственно значительное повышение численности. Некоторый ущерб сосне он может нанести, сопутствуя массовому размножению сосновых пилильщиков [Вержуцкий, 1981]. По данным А.И. Ильинского (1965), в Туве возможно массовое размножение красноголового пилильщика-ткача *(Acantholyda erythrocephala* L.*)*, звездчатого пилильщика-ткача *(A. posticalis* Mats.*) (Pamphilidae)* и рыжего соснового пилильщика *(Neodiprion sertifer* Geoffr.*) (Diprionidae)*. По наблюдениям А.И. Черепанова (1955), при массовом размножении сибирского шелкопряда в примыкающих к соснякам лиственничниках возможно повреждение этим вредителем сосны, особенно если эта порода находится в примеси в лиственничных насаждениях.

Насекомые-ксилофаги. Группировка стволовых вредителей обширней. В нее входят: синяя сосновая златка *(Melanophila cyanea* F.*)*, бурый сосновый усач *(Arhopalus rusticus* L.*)*, малый *(Monochamus sutor* L.*)* и большой *(M. urussovi* Fisch.*)* черные усачи, вершинный короед *(Ips acuminatus* Gyll.*)*, короед-двойник *(Ips duplicatus* Sahlb.*)*, шестизубчатый короед *(Ips sexdentatus* Boern.*)*, короед-типограф (*Ips typographus* L.), малый лиственничный короед (*Orthotomicus laricis* F.*)*, короед пожарищ *(O. suturalis* Gyll.*)*.

Насекомые-конофаги не выявлены.

Насекомые – вредители подроста. Помимо перечисленных пилильщиков выявлены долгоносики *Hylobius piceus* Deg., *Magdalis frontalis* Gyll., сосновая смолевка (*Pissodes pini* L.), сосновая жердянковая смолевка (*P. piniphilus* Hbst.).

Насекомые – вредители корней. Вредители корней представлены только хрущами *(Coleoptera, Scarabaeidae)*. Выявлены хрущики *Rhombonyx holosericea* F., *Lasiopsis agnelus* Fald., *L. henningi* Fisch., садовый хрущик *(Phyllopertha horticola* L.*)*, июньский хрущ *(Rhizotrogus solstitialis* L.*)*. В 50-х годах хрущики *Rh. holosericea, L. agnelus, L. henningi* и июньский хрущ серьезно вредили питомникам, культурам и естественному возобновлению [Галкин, 1958а,б, 1962; Казачинская, 1959]. В настоящее время по нашим наблюдениям, подтвержденным сведениями, полученными от сотрудников Балгазынского лесхоза, численность этих ризофагов ограничена, серьезного ущерба они не наносят.

Заключение

Приведенные материалы позволяют оценить лесопатологическую ситуацию крупной лесной территории – Тувы. Выполнена лесопатологическая таксация лесов с дифференциацией территорий по возможности и частоте повреждения лесов и по представленности наиболее опасных вредителей, входящих в основные эколого-хозяйственные группировки: вредители листового аппарата, стволов, шишек и семян, корней, подроста. Таким образом, заложены основы базы данных для лесопатологического мониторинга означенной лесной территории.

Литература

Вержуцкий Б.Н. Растительноядные насекомые в экосистемах Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 302 с.

Вийдалепп Я. К фауне пядениц (*Lepidoptera, Geometridae*) Монгольской Народной Республики // Насекомые Монголии. Вып. 3. Л.: Наука, 1975. С. 438–490.

Вийдалепп Я. К фауне чешуекрылых Тувинской АССР II. Разноусые чешуекрылые (семейства *Zygaenidae – Cossidae*) // Учен. зап. Тартусск. ун-та, 1979а. Вып. 483. С. 17–39.

Вийдалепп Я. К фауне чешуекрылых Тувинской АССР IV. Пяденицы (*Geometridae*) // Учен. зап. Тартусск. ун-та, 1979б. С. 79–133.

Галкин Г.И. Монгольский дневной хрущик (*Brahmina agnella* Fald.) в Тувинской автономной области. Красноярск: СибНИИЛХ, 1958а. 44 с.

Галкин Г.И. Лохматый хрущик (*Lachnota henningi* Fisch.) в Балгазикском бору Тувинской автономной области // Тр. Сиб. лесотехн. ин-та. 1958б. Т. 21, № 3. С. 123–173.

Галкин Г.И. Сибирский зеленый хрущик в борах Тувинской АССР // Тр. ВСНИПИлесдрев. 1962. Т. 5. С. 76–92.

Гречкин В.П. Некоторые вредители хвойных молодняков Восточной Сибири // Зоол. ж. 1962. Т. 41, № 5. С. 706–716.

Ильинский А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. М.: Лесная промышленность, 1965. 525 с.

Исаев А.С., Гирс Г.И. Взаимодействие дерева и насекомых-ксилофагов. Новосибирск: Наука, 1975. 346 с.

Казачинская Т.П. О мерах борьбы с июньским хрущом в Тувинской автономной области // Тр. Сиб. лесотехн. ин-та. 1959. Т. 22. С. 121–131.

Коломиец Н.Г. О трех видах трипсов (*Thysanoptera*), живущих в генеративных органах хвойных деревьев Сибири // Фауна и экология членистоногих Сибири. Новосибирск: Наука, 1966. С. 69–70.

Коломиец Н.Г. Сибирский шелкопряд в Туве // Тр. Биол. ин-та СО АН СССР. Вып. 5. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. С. 129–148.

Коломиец Н.Г. Изучение цикла массового размножения сибирского шелкопряда в лиственничных лесах Тувы // Тр. Сиб. технолог. ин-та. 1968. Т. 3. С. 247–255.

Кондаков Ю.П. Непарный шелкопряд (*Ocneria dispar* L.) в лесах Красноярского края // Защита лесов Сибири от насекомых-вредителей. М.: Наука, 1963. С. 30–77.

Кондаков Ю.П. Фитоценотические особенности массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах Сибири // Экологическая оценка местообитаний лесных животных. Новосибирск: Наука, 1987. С. 29–40.

Королев С.Г. Особенности формирования первичных энтомокомплексов разрушителей древесины в горных светлохвойных лесах Тувы // Роль дендрофильных насекомых в таежных экосистемах: Тез. докл. Красноярск, 1980. С. 70–71.

Костюк Ю.А. К познанию чешуекрылых (*Lepidoptera*) Тувы и Северо-Западной Монголии. Листоверткообразные (*Tortricoidea*) // Насекомые Монголии. Вып. 3. Л.: Наука, 1975. С. 395–407.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Мамаев Ю.Б. Комплекс насекомых-ксилофагов на березе в горных лиственничниках Тувинской АССР // Вестн.зоологии. 1984а. № 5. С. 75–76.

Мамаев Ю.Б. Комплексы стволовых насекомых в низкогорных лиственничниках Тувы: Автореф. Воронеж. 1984б. 19 с.

Назарова Ю.С. Вредители шишек и семян лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в Туве. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1990. 20 с.

Нальняева Т.И. Материалы о вредителях лиственницы сибирской в Туве // Тр. по лесн. хоз-ву Сибири. Вып. 5. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. С. 149–156.

Резник С.Я. К фауне чехлоносок рода *Multicoria* (*Lepidoptera*, *Coleophoridae*) Тувы и Монголии // Насекомые Монголии. Вып. 5. Л.: Наука. 1977. С. 606–614.

Ремм Х., Вийдалепп Я. К фауне Тувинской АССР III. Совки (*Noctuidae*) // Учен. зап. Тартусск. ун-та. 1979. Вып. 483. С. 40–78.

Смагин В.Н., Ильинская С.А., Назимова Д.И. и др. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.

Черепанов А.И. Вредные насекомые лесных насаждений Тувинской области // Тр. Том. ун-та. 1955. Т. 131. С. 327–332.

Яновский В.М. Экологическая фаунистика лесных насекомых // Лесоведение. 1995. № 6. С. 49–55.

Яновский В.М., Назарова Ю.С., Баранчиков Ю.Н. и др. Методология организации регионального лесопатологического мониторинга в лесах Южной Сибири (на примере Республики Тыва) // Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина. М.: Интеллект, 1996. С. 223–227.

Girs G.I., Yanovsky V.M. Effects of larch defenses on xylophagous insect guilds // Forest insect guilds: patterns of interaction with host trees. Radnor, PA: USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 1991. P. 378–384.

* Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ, проект 00-04-48608.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

БОЛОТОВЕДЕНИЕ

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЛЕСОБОЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮГО-ВОСТОКА ВАСЮГАНСКОЙ РАВНИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМОСНИМКОВ И ДАННЫХ НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ[1]

*М.Н. Алексеева, *А.Г. Дюкарев, **Ю.М. Полищук, *Н.Н. Пологова
ГИС-центр СО РАН, г. Томск
**Институт химии нефти СО РАН, г. Томск
*Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
dukarev@forest.tsc.ru

Васюганская равнина, центральную часть которой занимает Васюганское болото, относится к числу наиболее труднодоступных для исследования территорий Западно-Сибирской равнины, поэтому для исследований структуры и состояния лесоболотных комплексов на ее территории наиболее перспективным представляется использование дистанционного метода, основанного на дешифрировании космоснимков. Методология обработки космоснимков различного пространственного разрешения для лесных территорий в настоящее время достаточно разработана [1]. Однако методические вопросы их дешифрирования с учетом особенностей лесоболотных территорий в научной литературе освещены крайне недостаточно, хотя определенный опыт имеется (см., например, [2–4]). В связи с этим весьма актуальными представляются задача обобщения имеющегося опыта в указанной области и проведение дополнительных геосистемных исследований лесоболотных комплексов на основе дешифрирования космических снимков с применением подспутниковых данных и ГИС-технологий, а также ландшафтной структуры лесоболотной территории в юго-восточной части Васюганской равнины, что и явилось целью настоящей работы.

1. Краткая характеристика объекта исследования и выбор ключевого участка

Объектом исследования послужили лесоболотные комплексы Васюганской равнины, гидрологически связанные с Васюганским болотным массивом. Известно [5], что Васюганская болотная система площадью более 5 млн га является крупнейшей в мире. Особенностью ее является приуроченность к наивысшим отметкам местности, выделяемым как Васюганское куполообразное поднятие. В условиях сложения плотными слабоводопроницаемыми породами такое расположение болотного массива определяет его активное воздействие на окружающие лесные ландшафты, расположенные на склонах водораздела.

Ранее на территории Васюганской равнины наземные исследования проводились на нескольких ключевых участках, расположенных в западной части [3] и на северо-востоке [5]. Выбранный нами КУ (ключевой участок, рис. 1) расположен в юго-восточной части Васюганской равнины на территории Колыванского района Новосибирской области в междуречье рек Шегарка и Икса. Выбор этого ключевого участка, условно обозначенного «Пономаревка», обусловлен его относительной доступностью и расположением в непосредственной близости у восточных границ Большого Васюганского болота. На его территории имеется сеть полевых и лесных дорог (см. рис. 1), что создает возможность организации наземных исследований. Ключевой участок, площадь которого составляет 543,9 кв. км, включает все основные для лесоболотной территории типы растительных группировок, что позволяет провести комплексное описание элементов растительности, почв и рельефа (включая элементы растительного покрова южной тайги и подтайги).

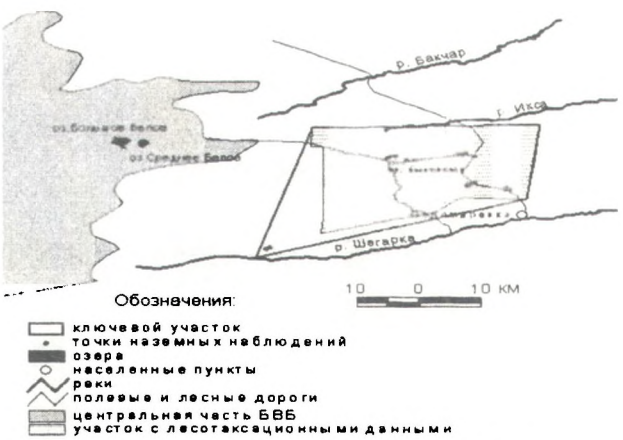


Рис. 1. Схема расположения ключевого участка

Полевые исследования сочетают маршрутные и полустационарные методы. Маршруты (пешие и на вездеходах) на территории ключевого участка закладываются в направлении от речной сети к водоразделам. На болотах маршруты прокладываются от края болотного массива к его генетическому центру (от окраинных топей

[1] Работа выполнена в рамках интеграционных проектов СО РАН № 33 и 73 при поддержке Программы ЕС ИНКО Коперникус 2 (проект ИСИРЕММб контракт ICA2-CT-2000-10024), Программы ИНТАС (проект АТМОС, контракт INTAS – 00 – 189) и гранта ФЦП «Интеграция» (рег. номер Ф0009, 2002 г.).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

через мезотрофную часть к центральной части ряма). На протяжении маршрута проводилось комплексное описание почв, растительности и рельефа с отражением закономерностей внутренней структуры описываемого выдела и границ перехода. Полустационарными методами изучались продуктивность растительных сообществ и гидрологические свойства, отбирались для дальнейших исследований образцы торфяных колонок и почв. Как в том, так и в другом случае проводится координатная привязка точек исследования. На ключевом участке «Пономаревка» было обследовано 18 объектов, приуроченных к различным частям болотной системы (см. рис. 1).

При анализе ландшафтной структуры лесоболотных комплексов необходимо учитывать, что на территории Западно-Сибирской равнины зональные черты сильно завуалированы высокой заболоченностью, а это приводит к необходимости учета таких факторов, как рельеф и дренированность территории, глубина залегания почвенно-грунтовых вод. Структура лесоболотных комплексов характеризуется высокой степенью неоднородности и мозаичности. Размеры фитоценотического и почвенного контуров и, следовательно, элементарного ландшафтного выдела, составляют десятки метров. Кроме того, для заболоченных лесов характерна невысокая контрастность ландшафтов с закономерной повторяемостью элементарных выделов. Растительность на территории ключевого участка характеризуется крайне высокой трансформированностью и представлена преимущественно производными лесами. Коренные леса сохранились небольшими участками в заболоченных местообитаниях. Такое строение растительного покрова значительно осложняет дешифрирование космоснимков.

2. Методические вопросы дешифрирования космоснимков лесоболотной территории

Процедура геосистемных исследований с использованием ДДЗ включает следующие этапы:

1) постановка задачи, разработка методических приемов ее решения;

2) выбор объекта исследования, обеспечивающего решение задачи;

3) сбор и анализ имеющегося материала (геолого-геоморфологическое строение, климат, растительность, почвы и др.);

4) заложение ключевых участков и их полевое обследование;

5) типология ландшафтных выделов;

6) выбор «учителей» и проведение классификации выделов в процессе обработки и анализа данных ДДЗ;

7) распространение результатов классификации, полученных на ключевом участке, на остальную территорию изучаемого объекта.

В качестве «учителя» используются полигоны натурных исследований и фрагменты лесоустроительного плана. При выборе ключевого участка учитываются его репрезентативность и степень охвата основных типологических элементов территории. Немаловажное значение имеет и доступность КУ для наземных исследований.

На основе обобщения литературных данных, анализа лесоустроительных материалов и собственных полевых исследований была составлена типологическая схема (табл. 1) ландшафтных выделов (природных комплексов, местности, урочища), пригодная для дешифрирования космоснимков высокого пространственного разрешения. Следует отметить, что при типизации ландшафтных выделов по свойствам растительного покрова (см. табл. 1) наиболее полно учитываются: состав, возраст, тип и бонитет леса. Состав насаждений отражает соотношение основных лесообразователей, бонитет и тип являются объективными показателями условий произрастания леса. Важным методическим элементом процесса дешифрирования космоснимков является использование базы данных (БД), в которой содержатся информация о результатах наземных наблюдений на территории КУ и лесотаксационные описания выделов на исследуемой территории. Сформированная в нашей работе база данных содержит стандартные лесотаксационные описания по 52 кварталам. Для обработки космоинформации выбран фрагмент трёхзонального космического снимка (КС) с пространственным разрешением около 40 м, полученного со спутника Ресурс-О (сканер МСУ-Э). Разработанная нами обобщенная схема основных этапов обработки КС приведена на рис. 2. Классификация выделов на КС проводится с помощью программной системы MultiSpec 2.5, в которой реализованы два различных методических подхода к проведению классификации: с обучением (с «учителем») и автоматический (без «учителя»).

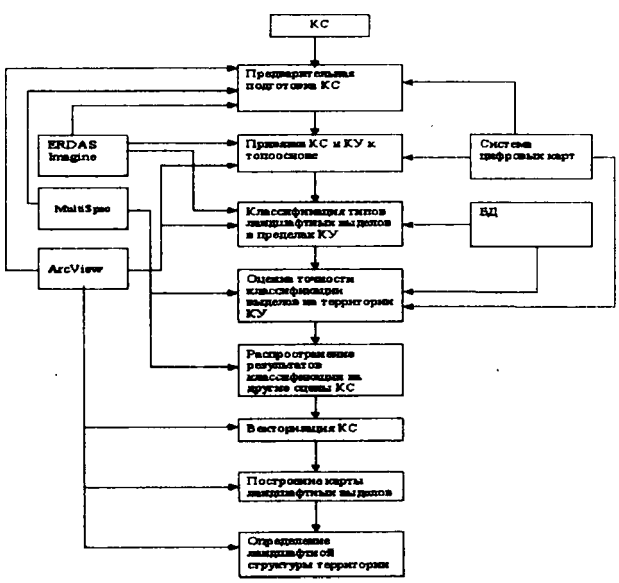


Рис. 2. Схема основных этапов обработки космоснимка лесоболотной территории

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Типы ландшафтных выделов лесоболотных территорий, определенные при дешифрировании космических снимков

№ п/п	Типы ландшафтных выделов
	А. Гидроморфные (болотные) типы местности
1	Болото олиготрофное сосново-кустарничково-сфагновое (рямы низкорослые, бонитет 5б)
2	Болото мезотрофное осоково-сфагновое открытое (мезотрофная топь)
3	Болото низинное чернично-разнотравно-осоково-гипновое
4	Болото мезотрофное сосново-ивово-березовое осоково-сфагновое
5	Березово-ивняковая обводненная краевая часть болота
	В. Полугидроморфные, заболоченные типы местности
6	Березовый травяно-болотный лес слабодренированных кратковременно проточных местоположений с торфяно-перегнойно-глеевыми почвами (заболоченный лес, 4-й бонитет). Среднеспелые (3-й класс возраста) березовые, сосново-березовые, осиново-березовые леса
7	Березовый травяно-болотный лес слабодренированных кратковременно проточных местоположений с торфяно-перегнойно-глеевыми почвами (заболоченный лес, 4-й бонитет). Молодые (1–2-й класс возраста) березовые, осиново-березовые, сосново-березовые леса
8	Елово-кедрово-сосновый лес с березой, травяно-болотный слабодренированных местоположений с торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами (заболоченный лес, 4–5-й бонитет)
	С. Дренированные и слабоувлажненные местообитания. Типы местности, слабо трансформированные процессами заболачивания
9	Сосново-кедрово-еловый травяной, реже мшистый лес дренированных местоположений с дерново-глеевыми почвами (4-й бонитет)
10	Осиновый травяной лес дренированных местоположений с дерново-глеевыми почвами (автоморфный лес с преобладанием осины, 2–3-й бонитет)
11	Березовый разнотравный лес дренированных местоположений с луговыми и лугово-черноземными почвами (автоморфный лес с преобладанием березы, 2–3-й бонитет)
	D. Антропогенно преобразованные территории
12	Луга разнотравно-бобово-злаковые

Векторизация снимка проводится средствами ArcView 3.x, после чего определяются относительные площади каждого из типов ландшафтных выделов, приведенных в табл. 1. Соотношение площадей различных выделов характеризует ландшафтную структуру территории.

3. Результаты исследований ландшафтной структуры территории

На рис. 3 приведена схема расположения ландшафтных выделов, определенная в результате обработки КС по описанной выше процедуре (см. рис. 2). Как следует из рис. 3, 11 из 12 приведенных в табл. 1 типов ландшафтных выделов, характерных для лесоболотных комплексов подтайги и южной тайги Западной Сибири, выявляются на обработанном КС. Однако один тип выделов – осиновый лес на дренированных местоположениях – в пределах сцены не был выявлен, что может быть объяснено высокой степенью мелкоконтурности и мозаичности лесных ландшафтов в зоне влияния крупных болотных систем, сочетанием преимущественно осиново-березовых и березово-осиновых лесов, в которых различия в структуре древостоя составляют 2–4 единицы. Следовательно, отнесение леса к березовому или осиновому типу большей частью весьма условно. Кроме того, береза и осина имеют схожие в летние периоды отражательные спектры, что затрудняет их разделение при дешифрировании.

На территории КУ выявлены 11 типов ландшафтных выделов из 12, приведенных в табл. 1, которые характерны для Большого Васюганского болота. Предлагаемая нами процедура обработки позволяет на основе ДДЗ и подспутниковых наблюдений на территории КУ, сравнительно доступного для проведения исследований, переносить результаты классификации ландшафтных выделов на остальные фрагменты космического снимка менее доступных для наземных исследований территорий лесоболотного комплекса. Такой подход позволяет определить ландшафтную структуру и состояние лесоболотного комплекса на значительных по площади территориях.

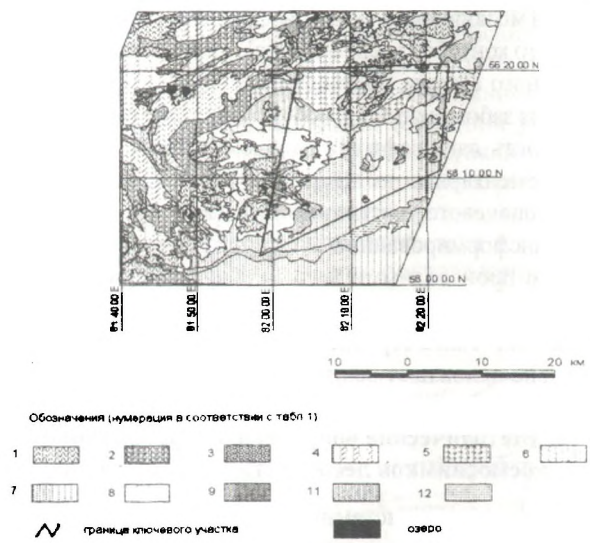


Рис. 3. Карта ландшафтных выделов в результате обработки КС

С использованием векторизации КС средствами ГИС были рассчитаны относительные площади каждого типа выделов. Величины относительных площадей лесоболотных выделов различного геосистемного уровня организации приведены в табл. 2 и 3. В табл. 2 представлены данные относительно лесоболотных выделов, рассматриваемых на уровне урочища, которые объединяются, как показано в табл. 1, по ландшафтным признакам – влажности местообитания и структуре растительного покрова – в более крупные лесоболотные комплек-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Относительные площади ландшафтных выделов на участке КС

Тип выдела	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Площадь, %	10,7	15,7	0,2	15,3	7,5	8,3	22,7	15,6	1,1	0	0,2	2,7

Таблица 3

Относительные площади ландшафтных выделов по степени увлажненности

Тип местности	Гидроморфный	Полугидроморфный	Дренированный	Другие
Площадь, %	49,4	46,6	1,3	2,7

сы (местности), относительные площади которых представлены в табл. 3.

Анализ данных табл. 2 показывает, что в структуре юго-восточной части территории Большого Васюганского болота преобладают 5 основных типов лесоболотных выделов: типы 1, 2, 4, 7 и 8, суммарная площадь которых составляет около 80% от общей площади. Анализ территории по степени гидроморфизма и выраженности болотообразовательного процесса показал, что преобладающими являются болотные и полуболотные (сильно заболоченные) ландшафты (см. табл. 3).

Таким образом, проведенный анализ территории юго-восточной части Васюганского болотного массива показал высокую гидрогенную трансформированность ландшафтной структуры, в которой явно преобладают болотные и заболоченные ландшафты. Остальная часть территории также находится под влиянием болотного массива и характеризуется избыточным увлажнением. Контуры собственно автоморфных ландшафтов столь малы, что на космическом снимке с высоким разрешением не выделяются.

***

В результате проведенных исследований разработана методика обработки космоснимков лесоболотных территорий, позволяющая выявить их ландшафтную структуру. С достаточной степенью достоверности на исследуемой территории выявлены типы ландшафтных выделов, наиболее характерных для Васюганской болотной системы и прилегающих к ней лесных территорий. Предложенная в статье процедура обработки космоинформации с использованием ГИС и результатов подспутниковых наблюдений на территории КУ, сравнительно доступной для проведения исследований, позволяет переносить результаты классификации ландшафтных выделов на остальные фрагменты космического снимка, соответствующие менее доступным для наземных исследований территориям.

Литература

Khamarin V.I., Protasov K.T., Serykh A.P. Supervised classification of RESURS MSY-E data for recognized predominant cone-bearing tree regions // Proceedings of SPIE. 1999. Vol. 3983. P. 186–191.

Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск: Изд-во «Наука», 1998. 123 с.

Лапшина Е.Д., Королюк А.Ю., Блойтен В., Мульдияров Е.Я., Валуцкий В.И. Структура растительного покрова западной части Большого Васюганского болота (на примере ключевого участка «Узас») // Сибирский экологический журнал. 2000. Т. 7. № 5. С. 563–576.

Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М., Токарева О.С. Методические вопросы обработки космических снимков для оценки воздействий загрязнений атмосферы на лесоболотные комплексы // Сборник трудов Межд. науч. конф. «Экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики» (Томск, 5–8 сент. 2001). Томск: Изд. МИЦФОСЭ ТНЦ СО РАН, 2001. С. 331–335.

Васюганское болото, природные условия, структура и функционирование / Под ред. Л.И. Инишевой Томск: Изд-во «Томский ЦНТИ», 2000. 136 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ НА ВЫДЕЛЕНИЕ CO_2 ИЗ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ ЛАНДШАФТНОГО ПРОФИЛЯ

*Д.А. Баженов, *Л.И. Инишева, **Е.А. Головацкая
*Сибирский НИИ торфа СО РАСХН, г. Томск,
**Институт оптического мониторинга СО РАН, г. Томск
ltor@petrol.tomsk.ru

Изучение элементов баланса углерода в болотных экосистемах в связи с возможными изменениями климата является актуальной проблемой, особенно в условиях Западной Сибири, где заболоченность территории очень высока.

Баланс углерода в основном складывается из приходной статьи (биологическая продуктивность) и расходной (эмиссия CO_2 и CH_4, а также вынос углерода с поверхностным, почвенно-грунтовым стоком). Остановимся на эмиссии CO_2. Известно, что выделение CO_2 характеризует функциональное состояние экосистемы в целом, интенсивность выделения зависит от почвенных и погодных условий, физиологического состояния растений и микробных сообществ, видового состава и густоты растительного покрова, температуры поверхностного слоя торфяной залежи, уровня болотных вод (Наумов, 1994; Кудеяров, 1999; Курец, 1998; Глухова и др., 1999). Вместе с тем следует заметить, что суммарный поток CO_2 из болотных биогеоценозов (БГЦ) в значительной степени определяется гидротермическими условиями.

Объектом исследования является ландшафтный профиль, пересекающий следующие основные болотные ландшафты, на которых были организованы пункты наблюдений: сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз – высокий рям (п.2), сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз – низкий рям (п.3), открытая осоково-сфагновая топь (п.5).

Наши исследования на ландшафтном профиле отрогов Васюганского болота (Инишева и др., 1999; Дементьева, Головацкая и др., 2000; Golovatskaya et all., 2001) показали, что в целом по ландшафтному профилю наблюдается снижение интенсивности выделения CO_2 от высокого ряма к открытой осоково-сфагновой топи, средние значения интенсивности выделения CO_2 за четыре года исследования составили на пп. 2, 3, 5 – 133, 77, 59 мг/м²ч (рис.1).

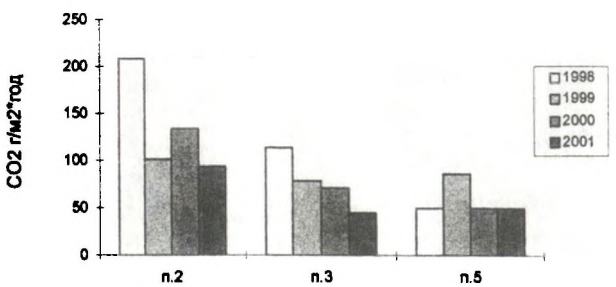


Рис. 1. Эмиссия CO_2 на разных БГЦ (среднегодовые значения)

В изучаемых БГЦ наибольшие пределы изменения выделения CO_2 отмечались на высоком ряме (от 29 до 356 мг CO_2/м²ч) и наименьшие – на осоково-сфагновой топи (от 0 до 208 мгCO_2/м²ч). И если на БГЦ п. 5 эмиссия CO_2 по своим максимальным значениям длилась в течение июля и первой половины августа, то в пп. 2 и 3 этот период растягивался на более длительный срок, что объясняется достаточной мощностью зоны аэрации, обеспечивающейся уровнем болотных вод, средние минимальные значения которых за годы исследований составили в пп. 2, 3, 5 соответственно 49, 21, 11 см. Если рассмотреть динамику выделения CO_2 за отдельные годы, можно заметить ее пульсирующий характер, более зависимый от температуры торфяной залежи, поскольку оптимум их активности лежит в пределах 20–40°С. И если учесть, что микробиологические процессы в торфяных экосистемах протекают в водных средах, обладающих огромной теплоемкостью и теплопроводностью, и что свыше 90% тепла микробиологических процессов уходит на потери в среду, будет понятна значимость влияния температурного фактора.

Рассмотрим более детально функциональную зависимость CO_2=f (УТ, У осадков) на примере исследований, проведенных на геохимически сопряженных болотных ландшафтах олиготрофного типа за период с 1998 по 2001 г.

В качестве исходных в работе использовались экспериментальные данные по выходу CO_2 в различных стационарных пунктах (2, 3 и 5) за период с 1998 по 2001 г. В соответствие с ними были приведены экспериментальные данные по сумме температур воздуха и сумме осадков за 10 дней. Анализ показал, что зависимости CO_2=f(ST, S осадков) для различных стационарных пунктов в различные периоды времени могут сильно отличаться друг от друга. Хотя корреляционный анализ и не проводился, предполагалось существование функциональных зависимостей обоих параметров – (ST, S осадков) и CO_2. Задача усложнялась еще и тем, что вид функциональной связи параметров в разные промежутки времени и желательно для различных стационарных пунктов должен быть одинаковым. Различие уравнений должно определяться только коэффициентами. Таким образом, математически задача сводилась к построению регрессионных зависимостей и поиску коэффициентов уравнений. Основная проблема в таких за-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

дачах – определение вида функциональной зависимости. В работе были рассмотрены различные уравнения (полиномиальные, логарифмические и другие). В любом случае получаемая зависимость не имеет какой-либо физико-химической сути и носит лишь статистический характер, не имеющий смысла при рассмотрении других условий (временной интервал, другой стационарный пункт). В качестве основной в работе была принята экспоненциальная зависимость, с помощью которой предполагалось связать сумму температур за 10 дней с выходом CO_2 (по аналогии с аррениусовской зависимостью константы скорости). Аналогичный вид уравнения был взят и для суммы осадков за тот же период. Естественно, что физико-химический смысл в этом случае также не доказуем, но физически процесс выделения CO_2 связан с химическими и биологическими процессами, которые в общем виде описываются кинетическими уравнениями, в которые входят температурные зависимости аррениусовского типа. Учитывая вышеназванное, использование экспоненциальной зависимости для описания уравнений $CO_2=f(ST, S$ осадков) является наиболее предпочтительным.

Поскольку использовались два параметра, уравнение включало 3 слагаемых:

– влияние суммы температур на выход CO_2;

– влияние суммы осадков на выход CO_2;

– взаимное влияние двух параметров.

В общем случае возможна как прямая, так и обратная зависимость вышеуказанных параметров на выход CO_2, поэтому в работе были предусмотрены оба варианта. Таким образом, общий вид уравнения был следующим:

$$CO_2 = a_{11} \cdot e^{\pm a_{12} \sum осадков} + a_{21} \cdot e^{\pm a_{22} \sum температур} +$$

$$+ a_{31} \cdot e^{\pm a_{32} \cdot \sum осадков \sum температур}.$$

Коэффициенты корреляционного уравнения определялись поэтапно. На первом этапе рассчитывались ориентировочные значения коэффициентов регрессионных уравнений. Для этого функция условно разбивалась на 3 элементарных экспоненциальных уравнения ($y = a \cdot e^{b}$), для которых с помощью метода наименьших квадратов определялись неизвестные коэффициенты. Найденные коэффициенты служили начальным приближением при решении задачи оптимизации целевой функции в дальнейшем.

В результате выполнения работы были рассчитаны коэффициенты регрессионных уравнений, описывающие функциональную зависимость CO_2=f (ST, S осадков) для различных стационарных точек за все годы эксперимента. Результаты расчета для стационарных точек за весь временной интервал представлены на рис. 2–4.

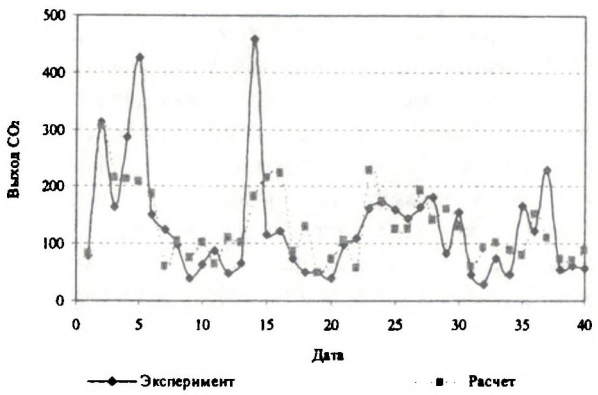


Рис. 2. Зависимость выхода CO_2 от даты (п. 2. 1998–2001 гг.):

$$CO_2 = 2{,}693 \cdot e^{0{,}089 \sum OC} + 5 \cdot e^{-0{,}024 \sum T} - 87{,}569 \cdot e^{-0{,}002 \cdot \sum OC \sum T}.$$

Сумма квадратов отклонений: 223723.
Сумма квадратов отклонений N_{exp}: 5593,1

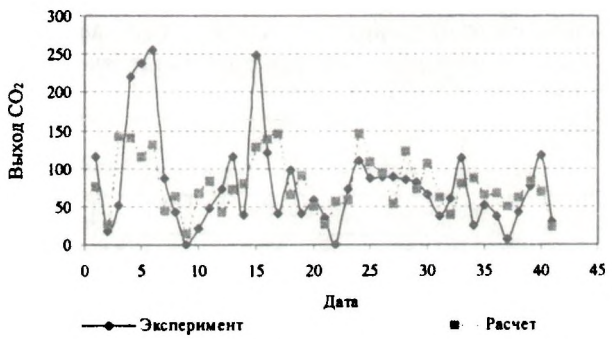


Рис. 3. Зависимость выхода CO_2 от даты (п. 3. 1998–2001 гг.):

$$CO_2 = 1193{,}5 \cdot e^{0{,}003 \sum OC} + 112{,}35 \cdot e^{0{,}006 \sum T} - 1326{,}6 \cdot e^{0 \sum OC \sum T}.$$

Сумма квадратов отклонений: 108288.
Сумма квадратов отклонений N_{exp}: 2641,2

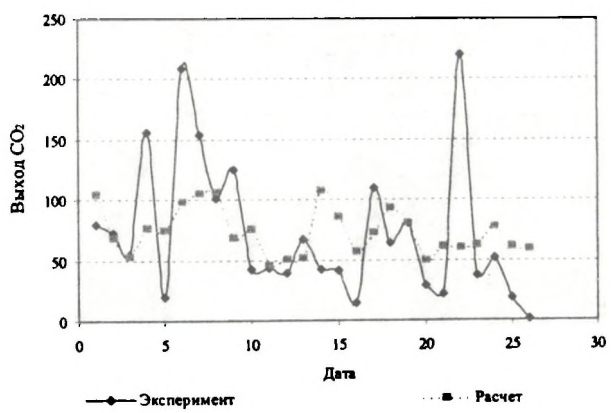


Рис. 4. Зависимость выхода CO_2 от даты (п. 5. 1998–2001 гг.):

$$CO_2 = 28{,}27 \cdot e^{-0{,}114 \sum OC} + 21{,}64 \cdot e^{-0{,}009 \sum T} - 5{,}30 \cdot e^{0 \sum OC \sum T}.$$

Сумма квадратов отклонений: 73580.
Сумма квадратов отклонений N_{exp}: 2830,0

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Как показывают результаты расчета, наилучшее качество аппроксимации достигнуто для низкого ряма (п.3). Наихудшие результаты получены для высокого ряма (п.2), хотя высокое значение суммы квадратов отклонений во многом определяется большими отклонениями лишь для нескольких точек, для которых экспериментальные показатели самые высокие по сравнению со всеми пунктами. Вероятно, причины таких "всплесков" выделения CO_2 другие, нежели влияние суммы температур и осадков, что в данной работе не было учтено.

Было получено единое уравнение для всех экспериментальных точек за весь временный промежуток:

$$CO_2 = 26{,}66 \cdot e^{-0.226 \cdot \sum OC} + 17{,}083 \cdot e^{-0{,}014 \cdot \sum T} - 10{,}596 \cdot e^{-0{,}001 \sum OC \cdot \sum T},$$

сумма квадратов отклонений: 553029;
сумма квадратов отклонений N_{exp}: 5168,5.

В завершение работы был выполнен расчет коэффициентов корреляционных уравнений для случаев, когда временной интервал эксперимента разделялся на 2. Предполагалось, что в этих интервалах имеют место различные процессы выделения CO_2, характеризующиеся своими параметрами. В качестве критерия разделения временного интервала были выбраны 3 позиции:

– максимальная сумма температура за период: 3 точка июня – 1 точка августа;

– минимальная сумма осадков за период: 3 точка июня – 1 точка августа;

– максимальное выделение CO_2 за весь год.

Результаты расчета представлены в таблице.

Как показал расчет, наилучшие результаты отмечаются чаще всего в тех случаях, когда в качестве критерия разделения года на интервалы аппроксимации выступала максимальная сумма температур за период: 3 точка июня – 1 точка августа.

Таким образом, экспериментальные исследования и статистические расчеты показали, что интенсивность эмиссии CO_2 определяется погодными условиями и соответственно температурным режимом активного слоя торфяной залежи. Сложный характер процессов в олиготрофных болотах ландшафтного профиля подтверждается преобладанием нелинейных связей между эмиссией CO_2 и гидротермическими условиями.

Сводная таблица по критериям

Пункт	1998		1999		2000		2001	
	Критерий – максимальная сумма температур							
	рост	спад	рост	спад	рост	спад	рост	спад
Высокий рям	7348,5	0,0	63864,1	363,0	3,8	3883,4	0,0	0,5
	7348,5		64227,1		3887,2		1,5	
Низкий рям	12854,4	2075,8	17846,6	2521,8	289,6	1007,1	506,2	0,0
	14930,2		20368,4		1296,7		506,2	
Открытая топь	–	–	2748,8	2778,8	0,0	4185,5	3200,2	189,5
	–		5527,6		4185,5		3389,7	
	Критерий – минимальная сумма осадков							
	спад	рост	спад	рост	спад	рост	спад	рост
Высокий рям	0,0	37954,5	8994,0	464,5	694,7	1,6	6999,0	0,0
	37954,5		9458,5		696,3		6999,0	
Низкий рям	0,0	30561,7	17846,6	2629,1	1694,7	308,5	665,1	0,0
	30561,7		20475,7		2003,298		665,1	
Открытая топь	–	–	9157,1	2334,9	0,0	4185,5	0,0	0,0
	–		11492		4185,5		0,0	
	Критерий – максимальный выход CO_2							
	рост	спад	рост	спад	рост	спад	рост	спад
Высокий рям	7362,4	0,0	1348,4	86766,8	719,3	0,0	6175,3	0,0
	7362,4		88155,2		719,3		6175,3	
Низкий рям	30625,4	0,0	601,3	18664,0	0,0	1155,4	–	–
	30625,4		19265,3		1155,4		–	
Открытая топь	–	–	0,0	8997,7	5047,1	0,0	–	–
	–		8997,7		5047,1		–	

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ БОЛОТА ИШКОЛЬ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В.А. Базанов, В.А. Льготин, А.А. Скугарев, В.С. Архипов, О.Г. Савичев
ТЦ Томскгеомониторинг, г. Томск
tgm@mail.tomsknet.ru

Характеристика природных условий

На территории Томской области в левобережной части долины р. Чулым, между населенными пунктами Ново-Кусково и Караколь (Асиновский район), размещается один из самых крупных по площади в Томской области болотных массивов низинного типа – Ишколь, имеющий важное значение в научном и хозяйственном отношении (рис. 1). Болотный массив Ишколь занимает около 4300 га и имеет вытянутую с севера на юго-восток конфигурацию. Протяженность массива около 15 км, ширина изменяется от 0,5 до 5 км. Поверхность болота относительно ровная и имеет слабый уклон, составляющий тысячные доли градуса, в восточном и северо-восточном направлениях. Максимальные отметки поверхности находятся в западной части массива и составляют около 100 м. Наименьшие отметки (около 90 м) приурочены к северо-восточной части массива. Разность отметок на массиве составляет около 10 м. Минеральное дно массива неровное, с отдельными впадинами, которые в прошлом занимали водоемы. Максимальная глубина болотных отложений около 8 м.

Средняя мощность отложений составляет 2–2,5 м, на месте заторфованных водоемов глубина болотных отложений увеличивается до 5–6 м (реже до 8 м). Характерной особенностью последних является присутствие в придонной части линз отложений сапропеля. По химическим и биологическим характеристикам сапропель неоднороден и представлен органо-глинистыми, органо-известковистыми, торфянистыми и другими разновидностями. Растительный покров этих болот сложен преимущественно различными по составу и структуре лесными и мохово-травяными сообществами, в составе которых встречаются редкие для таежной зоны виды растений. Природная специфика рассматриваемого массива определяется преимущественно особенностями геоморфологических и гидрогеологических условий занимаемой им территории. Массив приурочен к тыльной части низких террас левобережной долины р. Чулым, расположенных под крутым уступом (высотой около 40 м) водораздельной равнины. Уступ между поймой и первой надпойменной террасой отсутствует. Условную границу между ними можно провести по линии затопления максимальным уровнем весеннего половодья 5% обеспеченности. В северной части массива он проходит по уровню 93,5 м и в южной части, соответственно, 96 м. Максимальный уклон склона равен 15°. Отметки склона изменяются от 100 до 140 м. Равнина представляет выположенную аккумулятивную поверхность ранне-среднечетвертичного возраста. Генезис равнины – озерно-аллювиальный, частью денудационный [1].

В питании массива участвуют атмосферные осадки, ручьи и подземные воды. Гидрологические условия характеризуются высокой обводненностью поверхности массива в течение года. Поверхностный сток здесь осуществляется, преимущественно, за счет постоянных внутризалежных водотоков и топяных участков (рисунок последних имеет много общего с гидрографической сетью поверхностных водотоков).

Гидрохимическая обстановка массива формируется, в основном, под влиянием подземных вод. Атмосферные осадки в водном балансе питания уступают подземным водам. Подтверждением тому является доминирование в растительном покрове характерных для низинных болот мохово-травяных и мохово-травяных древесных сообществ евтрофной экологии. Важной особенностью болота является и то, что в его торфяном теле (по данным собственных исследований и разведки торфяных ресурсов), несмотря на приуроченность к низким террасам, речной аллювий отсутствует. Это указывает на то, что в летне-весенний период речные воды не проникают в тыльную часть долины реки и не участвуют в питании болотной растительности.

В хозяйственных целях массив планировалось использовать преимущественно для целей добычи торфа на удобрения. В 1970–80-е гг. на двух участках (на площади около 100 га в районе п. Филимоновка и около 150 га в окрестностях п. Караколь) были проведены осушительные мероприятия, включающие создание открытой сети дренажных каналов, водопропускных устройств и др. В настоящее время технологические объекты не эксплуатируются и находятся в запущенном состоянии. В результате деятельности дренажной сети на осушенных участках наблюдается прогрессирующее обсыхание отложений торфа на глубину до 1 м и больше.

Геологическая изученность массива достаточно высокая, согласно каталогу запасов здесь насчитывается около 16 тыс. т торфа 40% влажности. Около половины объёма торфяных запасов представлены нормальнозольными торфами. Высокозольные торфы составляют пятую часть всего объёма торфяной залежи [1]. Таким образом, минерализация торфяной залежи болота Ишколь довольно значительна. Об этом свидетельствует и наличие органоминеральных отложений в залежи и в озёрах. По данным разведки [2], минерализация торфяной залежи неравномерна. Наиболее высоким показа-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

телем минерализации характеризуется залежь северной части болота, причём существенный вклад в минерализацию вносят соединения железа. В центральной и южной частях болота преобладают соединения кальция.

Рис 1. Размещение участков исследований Ишколь (I) и Кусково (II) на космическом снимке

В целом, для отложений торфа характерно повышенное содержание азота (3,1–3,8%), а также большой разброс в химическом составе золы по содержанию SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3,P_2O_5, SO_3. Это указывает на разный режим питания болота Ишколь по его простиранию с севера на юг. При этом подтверждаются данные разведки о повышении железистой минерализации с севера на юг. В том же направлении возрастает содержание фосфора. По содержанию серы чёткой зависимости нет, но отмечается тенденция к повышению сернистости торфов южной половины болота.

По содержанию микроэлементов (Cr, Sc, La, Br), изученные торфы не отличаются от низинных торфов, распространённых в Томской области. Повышенным содержанием Cr, Sc, La отличается травяно-гипновый торф. В то же время содержание Br в этом образце минимально. Эти особенности согласуются с повышенной зольностью данного торфа.

Изученность же ландшафтно-экологических условий развития оцениваемого объекта низкая. Наиболее полные сведения о составе, структуре растительности и динамике развития массива приведены в публикации [3]. Публикация была оформлена по материалам исследований 1972–1976 гг., проведенных в разных частях болотного массива в 25 пунктах. Наиболее полные исследования проведены на эколого-ландшафтном профиле в пункте II (см. рис. 1). Материалы исследований не потеряли актуальности и в настоящее время, часть из них используется в настоящем сообщении.

Современная динамика

Исследования на массиве Ишколь, проведенные в 2001 г., носили комплексный характер и были направлены на выявление особенностей его динамики за последние 50 лет. Динамика Ишкольского болота оценивалась на участке площадью около 40 кв. км, расположенном в центральной части массива I (см. рис. 1).

В настоящей работе предпочтение отдано методу крупномасштабного картографирования природных и трансформированных в результате осушения экосистем (микроландшафтов) по данным сравнения материалов дешифрирования аэрофотоснимков 1947 и 2001 гг. и исследования изменений водно-физических свойств а также степени разложения приповерхностной толщи отложений торфа на площади осушения.

При оценке динамики на участке использовались материалы обследования участка в 1991 и 2001 гг. и ландшафтно-типологического дешифрирования аэрофотоснимков 1947 гг. и 2001 гг. В работе применялись современные ГИС технологии. Аэрофотоснимки разных лет преобразовывались в единую систему координат и монтировались в фотосхемы масштаба 1:25000 с помощью программного модуля Microstation Descartes. Контурное дешифрирование фотосхем и векторизация границ выделов, относящихся к разным типам микроландшафтов (нами они рассматриваются как этапы развития болота), проводилась в ГИС MapInfo 5.0. Результатом явились 2 карты размещения микроландшафтов на участке 1947 и 2001 гг. и результирующая карта, содержащая данные сравнения двух первых карт. Фрагменты карт приведены на рис. 2.

В качестве единицы картографирования принят тип микроландшафта, рассматриваемый в качестве элемента пространственной структуры болотного ландшафта и одновременно – звена (или этапа) процесса болотообразования. Каждый из таких типов характеризуется как определенным составом и строением растительного покрова, так и составом отложенного им пласта торфа и развивается в строго определенных условиях водного и минерального питания. При изменении водно-минеральных условий микроландшафты могут сменять друг друга, что и находит свое отражение в стратиграфии залежи.

Наиболее распространенными типами на массиве болота Ишколь являются согры с разными по высоте древесными насаждениями, а также мохово- и кустарниково-травяные топи. Для согровых микроландшафтов характерны полидоминантность древесного яруса, крайняя усложненность микрорельефа, связанная с развитием ходульных корней у деревьев, малое обилие болотного разнотравья, постоянное присутствие таких та-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ежных растений, как майник *Majanthemum bifolium* Schmidt, линнея *Linnaea borealis L.* и седмичник *Trientalis europea L.* В качестве примера приводим описание участка согры в окрестностях п. Караколь.

Поверхность участка неровная. Его рельеф образуют неправильной формы бугристые повышения, достигающие 10–30 м в поперечнике и высоты 1–1,5 м. Отрицательные элементы рельефа более ровные, увлажненные, затянуты рыхлой дерниной гипновых или сфагновых мхов. В негустом травяном ярусе более обильны осоки *Carex lasiocarpa Ehrh*, и *C. diandra Schrank.*, отдельными сгущениями встречаются вахта *Menyanthes trifoliata L.* и сабельник *Comarum palustre L.* Обилен хвощ топяной *Equisetum heleocharis Ehrh.* Омежник *Oenanthe aquatica Poir.*, ятрышник *Orchis macuiata L.*, подмаренник топяной *Galium uliginosum L.*, хвощ *Equisetum scirpoides Michxaus*, папоротник *Matteuccia struthiopteris Todaro* встречаются в небольшом числе экземпляров. Мхи образуют пестрые по составу ковры или небольшие латки из следующих видов: *Sphagnum capillifolium* (*Ehrh.*) Hedw., *Sph. girgensohnii Russ.*, *Sph. flexuosum Dozy et Molk.*, *Sph. warnstorfii Russ.*, *Helodium blandowii* (*Web. et Mohr*) Warnst., *Aulacomnium palustre* (*Hedw.*) *Schwaegr.*, *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske., *Plagiomnium medium* (*Bruch et Schimp. in B.S.G.*) *T. Kop.* Изредка встречаются в понижениях отдельные деревца

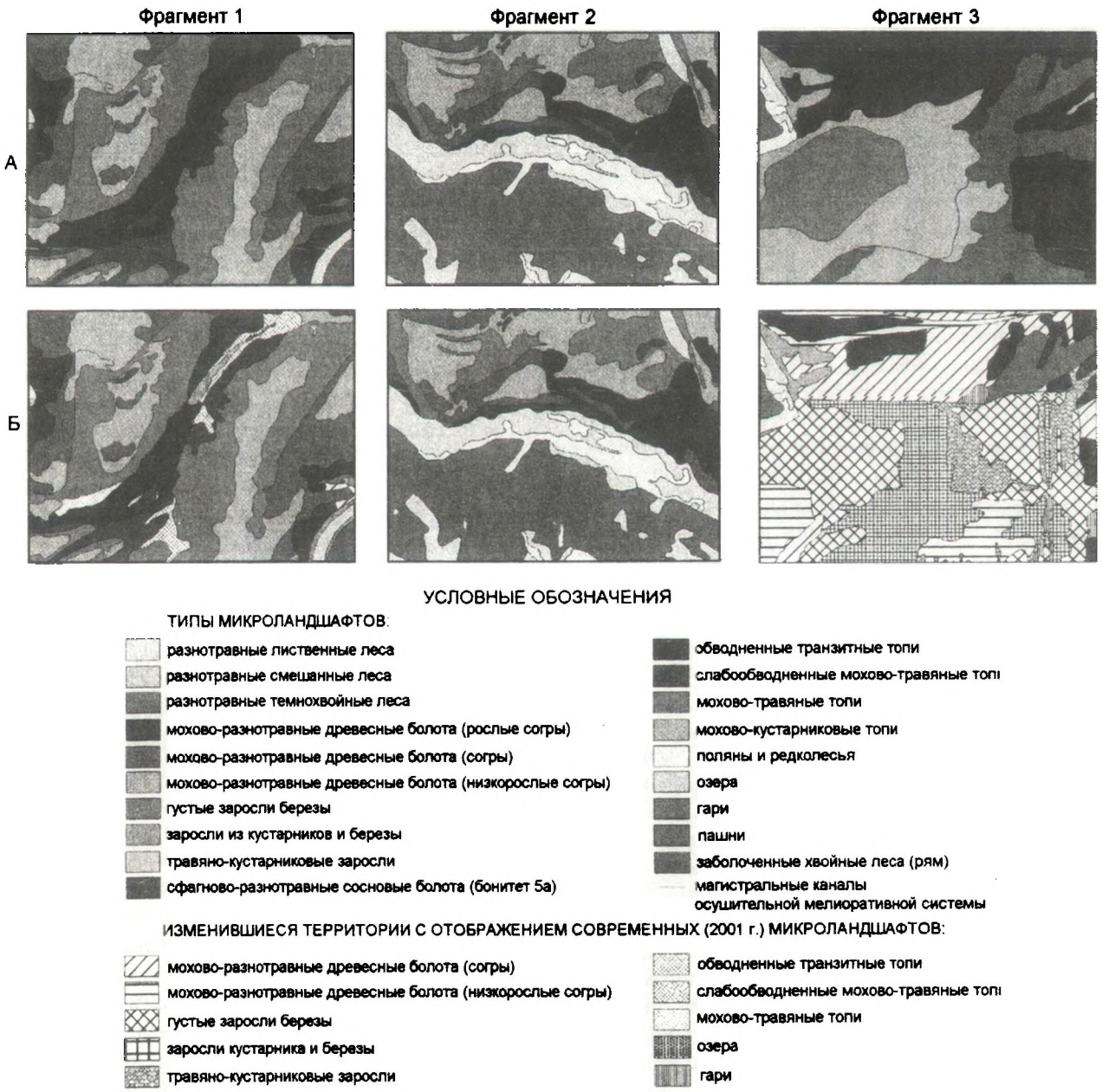


Рис. 2. Ряды фрагментов схем участка Ишколь: *А* – микроланд-шафтов на 1947 г., *Б* – микроландшафтов на 2001 г.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

лиственницы, березы пушистой и кусты карликовой березы *Betula nana L.*

На повышениях рельефа растительность иная: хорошо развит древесный ярус состава 9ЕІК+Б+П высотой до 15 м. Сомкнутость крон 0,7–0,9. Под пологом деревьев на сухих повышениях торфяной почвы, образованных ходульными корнями деревьев, обычны мертвопокровные участки, иногда здесь поселяется таежное мелкотравье. По периферии развиты густые заросли багульника *Ledum palustre* L., Кассандры *Chamaedaphne calycuiata Moench.*, голубики *Vaccinium uliginosum L.* Встречается единственный вид мха *Dicranum bonjeanii De Not.*

Разнотравно-гипновые топи характеризуются единичным распространением березы пушистой (изредка кедра и лиственницы) по обводненной ровной поверхности, покрытой разнотравно-гипновой растительностью. Описание растительности проведено на участке у п. Филимоновка. Травяной ярус сформирован преимущественно вахтой и папоротником *Dryopteris thelypteris A. Gray.* Кроме них в состав травостоя входят гравилат приручейный *Geum rivale L.*, осока *Carex diandra*, мятлик *Poa pratensis L.*, белозор болотный и др. В моховом покрове доминируют *Tomentypnum nitens*, *Helodium blandowii*, *Plagiomnium medium*, фрагментарно встречается *Sphagnum warnstorfii*.

На ровной поверхности топяных участков встречаются веретья, на которых в высоком обилии присутствует редкий для низинных болот кустарничек подбел *Andromeda polifolia L.* Встречаются отдельные экземпляры березы пушистой высотой до 2,5 м, еще реже — кедра и лиственницы высотой до 2 м. Отдельными участками размещены заросли березки приземистой *Betula humilis Schrank* и березки карликовой. Основу сообщества образуют гипновые мхи *Hamatocaulis vernicosus* (*Mitt.*) Hedenaes, *Meesia triquetra* (*Richter*) *Aengstr.*, *Paludella squarrosa* (*Hedw.*) *Brid.*, *Calliergonella cuspidata* (*Hedw.*) *Loeske.*, *Tomentypnum nitens*; моховая дернина густо заплетена побегами клюквы четырехлепестной *Oxycoccus quadripetalus Gilib.*

Своеобразен на подобных болотах состав травостоя. Здесь обильна полевица белая *Agrostis alba*, аспектирующая во время цветения, разреженно растут осоки *Carex diandra*, *C. pseudocyperus L.*, *C. limosa L.*, подмаренник топяной, триостренник морской *Triglochin maritimum L.*, болотная камнеломка *Saxifraga hirculus L.*, омежник, мятлики болотный и луговой (*Poa palustris L.* и *Poa pratensis L.**), пушица изящная *Eriophorum gracile Koch.*

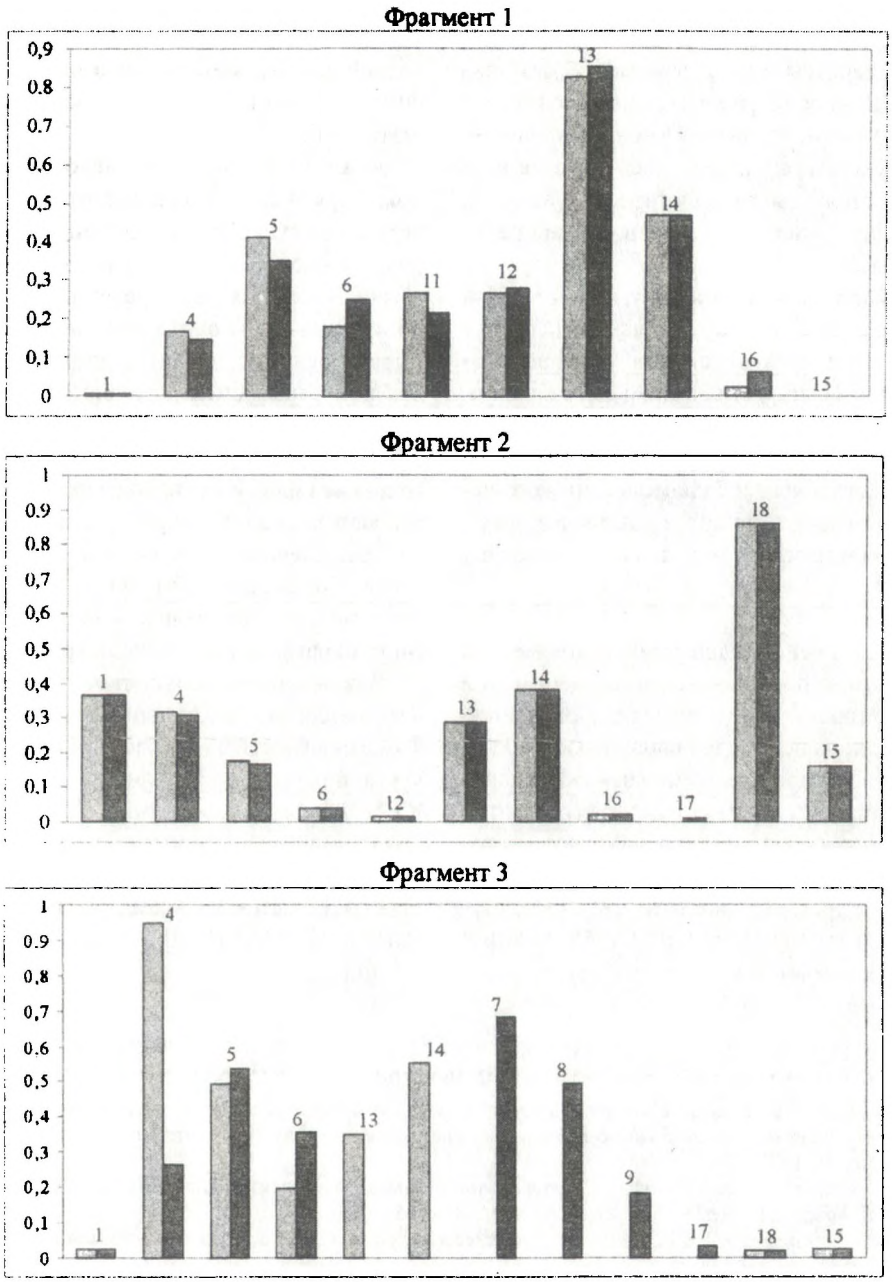
На массиве Ишколь выделено 19 типов микроландшафтов, которые рассматриваются нами этапами динамики территории (от исходных лесов, расположенных на склоне водораздельной равнины, до внутриболотных озёр, являющихся финальным звеном в цикле развития болота). По материалам дешифрирования аэрофотоснимков разных лет построены карты микроландшафтов 1947 и 2000 гг., а также динамики границ и площадей микроландшафтов за период в 53 г. Составление карты динамики основано на совмещении исходных карт на единой топографической основе. Результатом совмещения стало выявление пространственных и временных изменений различных параметров выдела (границ, площади, конфигурации, типологической принадлежности и др.). Оценка изменений с 1947 по 2001 г. суммарной площади микроландшафтов в границах фрагментов рассматриваемого участка приведена на рис. 3, их пространственного распределения – на рис. 2.

Анализ изложенных выше материалов показал следующее. За оцениваемый срок наибольшие изменения на участке произошли в торфяной залежи и растительном покрове на 100 га площади осушения (см. рис. 2, фрагмент 3). Степень трансформации растительного покрова устанавливалась по данным обследования 2001 г. и сравнения карт микроландшафтов разных лет. Изменения отложений торфа оценивались путем сравнения данных ботанического анализа торфа и зондирования торфяных залежей 1991 и 2001 гг. в заданных пунктах (см. рис. 1). Так, в пункте 1 за период с 1991 по 2001 г. глубина залежи сократилась с 5,3 до 1,9 м, степень разложения торфа в приповерхностной толще (глубиной до 0,6 м) увеличилась с 30 до 70%, влажность торфа понизилась в 3 и более раза в сравнении с фоном. Указанные изменения обусловлены функционированием мелиоративных каналов.

За оцениваемый период на большей части площади осушения исходная растительность деградировала, и на ее месте сформировались новые сообщества, которые по составу и строению кардинально отличаются от фоновых. Среди них доминируют заросли березы семенного происхождения (высотой до 4 м) с густым ярусом крупнотравья, преимущественно из крапивы и кустарников (малины и др.). Отдельными пятнами (преимущественно на отвалах мелиоративных каналов) встречаются гари. Наличие гарей свидетельствует о высокой степени осушения приповерхностного горизонта торфа вдоль каналов.

Изменения меньших масштабов выявились в других частях участка. В северной части участка (см. рис. 2, фрагмент 1), в результате естественного хода развития болота (по данным сравнения карт микроландшафтов 1947 и 2001 гг.), произошло сокращение площади внутриболотных транзитных топей на 3,98 га и увеличение соответственно на эту же величину площади озер. Пространственные и площадные преобразования основных элементов внутриболотной гидрографической сети (внутриболотных топей и озер) обусловлены, вероятнее всего, снижением интенсивности стока воды с поверхности болота. Причиной изменения гидрологических условий территории, по-видимому, является асинхронность образования торфа в разных частях болота. В краевой части (со стороны реки) скорость образования торфа больше, чем в центральной.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru



Условные обозначения

Площади микроландшафтов по фрагментам:

на 1947 год

на 2001 год

Категории микроландшафтов :

1– разнотравные лиственные леса;
2 – разнотравные смешанные леса;
3 – разнотравные темнохвойные леса;
4 – мохово-разнотравные древесные болота (рослые согры);
5 – мохово-разнотравные древесные болота (согры);
6 – мохово-разнотравные древесные болота (низкорослые согры);
7 – густые заросли березы;
8 – заросли из кустарников и березы;
9 – травяно-кустарниковые заросли;
10 – сфагново-разнотравные сосновые болота (бонинет 5а);
11 – обводненные транзитные топи;
12 – слабообводненные мохово-травяные топи;
13 – мохово-травяные топи;
14 – мохово-кустарниковые топи;
15 – поляны и редколесья;
16 – озера;
17 – гари;
18 – пашни;
19 – заболоченные хвойные леса (рям).

Рис. 3. Изменение суммарной площади микроландшафтов по фрагментам

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Существенные изменения зафиксированы на склоне водораздельной равнины и прилегающей к нему тыльной части низкой террасы (рис. 2, фрагмент 2). В присклоновой части низких террас в строении болотного ландшафта изменения отсутствуют. Основной причиной стабильности структуры ландшафта здесь является преимущественно, постоянство гидрологический условий, а в результате и постоянство интенсивности процесса торфообразования.

Изложенные материалы показывают, что болотный массив Ишколь представляет особый природный объект в долине р.Чулым. В плане хозяйственного использования массив является важным источником высокоценного торфяного и сапропелевого сырья, пригодного для производства разнообразной продукции, в первую очередь, сельскохозяйственного и бальнеологического назначения. Топяные участки болота в настоящее время местным населением используются для сбора клюквы.

***

Современное состояние ландшафтно-экологической обстановки на массиве определяется естественными и техногенными факторами (и, в частности, проведенной осушительной мелиорацией на площади около 250 га). На большей же части массива природная обстановка контролируется природными факторами саморазвития болота, для которого характерны слабый уклон болотной поверхности, составляющий тысячные доли градуса, в сторону реки и др. Поверхностный сток здесь осуществляется преимущественно за счет постоянных внутризалежных водотоков и фильтрации в деятельном слое торфяной залежи, особенно топяных участков. Основным источником водно-минерального питания болотной растительности являются подземные воды. Влияние русловых вод на процесс болотообразования не установлено.

Анализ материалов исследования участка Ишколь показал, что за оцениваемый отрезок времени (около 50 лет) самые существенные изменения произошли на осушенной площади. Несмотря на отсутствие технического обслуживания мелиоративных каналов, эффективность осушения болота оказалась очень высокой. Это выразилось в осушении приповерхностной толщи отложений торфа, смене исходной болотной растительности на лесную и других признаках. Одним из негативных последствий осушения является очаговое распространение гарей. В сухие годы на участке можно прогнозировать массовое распространение торфяных пожаров. На неосушенной части болота изменения многократно слабее. Установлено, что за рассматриваемый отрезок времени здесь произошло увеличение площади озер за счет сократившейся площади транзитных топей.

Важное природоохранное значение представляет часть массива у п. Казанки, где выявлен ряд редких для Томской области видов растений (из *Mitella nuda*, ольха кустарниковая и др.). Данные исследований, по мнению Ю.А. Львова, позволяют предполагать, что на рассматриваемом массиве могут присутствовать и другие редкие на территории Томской области виды и микроландшафты. В настоящее время части массива, расположенной в окрестностях п. Казанка, придан статус памятника природы.

Литература

Геоморфология Западно-Сибирской равнины: Объяснительная записка к геоморфологической карте Западно-Сибирской равнины масштаба 1:1500000. Новосибирск, 1972.

Геологический отчёт о детальной разведке торфяного месторождения «Ишколь» Асиновского района Томской области. Кн. 1 // ПГО «Торфгеология» – гл. геолог Захарова Р.Л. № ГР 35-60-21/2. Горький, 1982. 155 с.

Львов Ю.А., Базанов В.А., Мульдияров Е.Я. Шумкова С.В. Кусково-Каракольская группа болот поймы р. Чулым. // Вопросы биологии. Томск, 1977.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОХОВОГО ПОКРОВА ВЕРХОВЫХ БОЛОТ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.В. Васильев, Н.П. Косых, А.М. Перегон, О.В. Вологжина
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
peregon@issa.nsc.ru

В последнее время в связи с проблемой изменения природной среды и климата, связанной с прогрессирующим увеличением содержания углекислого газа и метана в воздухе, особое внимание уделяется исследованиям болот. Болотная растительность фиксирует углерод, часть которого возвращается в атмосферу, часть стекает в другие экосистемы, а остаток накапливается на болотах в виде торфяной залежи. Особенная роль здесь принадлежит сфагновым мхам, которые являются главными доминантами болотных экосистем. Роль болот в связывании углерода атмосферы проводится на основании площадей болот, глубины и среднего прироста торфяника. Оценок продукции болотной растительности вообще очень мало (Храмов, Валуцкий, 1977; Глебов, 1988; Базилевич, 1967; Пьявченко, 1967; Varlyguin & Liss, 2001). Сведения о площадях болот, их глубине и интенсивности нарастания в них торфа также очень противоречивы, и поэтому все оценки баланса углерода приблизительны.

Трудность оценки чистой первичной продукции болот связана с их сложной пространственной структурой. Разные элементы микроландшафта, например гряды и мочажины, различаются между собой растительностью, продукцией и имеют различный тип функционирования. Оценка соотношения их в площади болот неизвестна.

Основная цель нашей работы заключалась в составлении карты и определении площадей различных типов болотных комплексов вместе с количественной оценкой продукции на ключевом участке, выбранном в качестве репрезентативной пространственной единицы данной территории.

Объекты исследования и методика работ

В основу работы положены материалы полевых геоботанических обследований и экспериментальные данные по продукции мхов на ключевом участке, расположенном в подзоне средней тайги в пределах таежной зоны Западной Сибири в районе г. Нижневартовска Тюменской области (76° 40 с. ш., 60° 50 в. д.).

Район исследования расположен в центральной части подзоны средней тайги на правобережье р. Оби. На юге и западе ограничен долиной р. Обь, на севере – обширной озерно-болотистой равниной и на востоке – долиной р. Вах. Правобережье Оби представляет собой слабо наклоненную на юг и недостаточно дренированную равнину с абсолютными высотами 45–65 м. Территория среднетаежной подзоны отличается наибольшим в пределах лесной зоны увлажнением. Общая сумма осадков за год составляет 500–580 мм.

Обширные площади равнины заняты верховыми болотами, приуроченными почти ко всем плоским или слабо наклоненным участкам равнины. Ключевой участок – типичное выпуклое олиготрофное болото вблизи поймы р. Вах – был выбран по результатам изучения космических снимков и маршрутных наблюдений. Он является частью Самотлорского болотного массива и репрезентативен для этой зоны выпуклых олиготрофных торфяников (Кац, 1948).

Для картографирования использовались цветные не трансформированные космические снимки масштаба 1:60 000, увеличенные до 1:25 000, участка Самотлорского болота в районе г. Нижневартовск.

Для дешифрирования фотографических изображений применялась программа MapInfo для Windows 98.

В легенду вошли не только собственно болотные комплексы, но и отдельные фрагменты лесов на минеральных островах среди болота, а также площади антропогенно-преобразованных земель. Это могут быть полностью нарушенные (отсыпные дороги, кусты бурения) или частично нарушенные участки с сильным подтоплением или загрязнением, осушенные).

Выбранный трансект (длиной 6 км) пересекает болото через наиболее типичные болотные сообщества (рис. 1, карта). Для определения линейного годового роста и продукции сфагнов мохового покрова в этих сообществах на отдельные виды мхов были поставлены "индивидуальные метки" (Косых, 1999). Данная методика позволяет с точностью до 3–5 % определить продукцию отдельных видов мхов в различных микроланшафтах.

Расчетные сочетания микроландшафтов в различных типах ландшафтов, полученные с помощью дистанционного метода, позволяют распространить экспериментальные данные по продукции отдельных видов мхов в этих микроландшафтах на профиле на всю территорию массива.

Результаты и дискуссия

Площади ландшафтов и их элементы. Выбранный ключевой участок отражает пространственно-экосистемную структуру всего Самотлорского болотного массива. Его площадь составляет 2793 га, при этом около 80 % территории занято болотными массивами. В пределах ключевого участка встречаются лесные острова,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

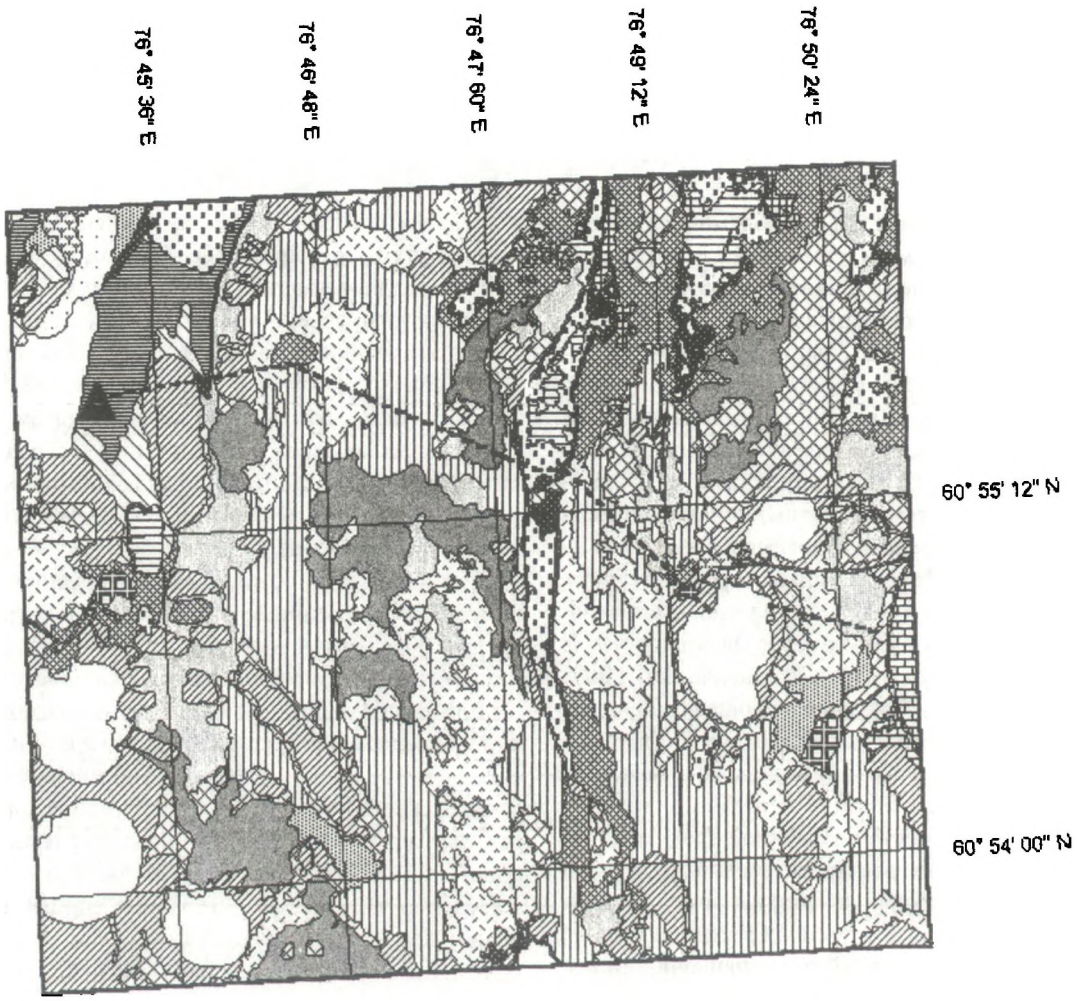


Рис. 1. Пространственная структура участка Самотлорского болотного массива (Средняя тайга)

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

расположенные на опесчаненных суглинках или супесях (иногда на песках).

На данном участке доминируют следующие болотные микроландшафты: грядово-мочажинно-озерковые комплексы с крупными озерами (20%), сосново-кустарничково-сфагновые глубокозалежные болота (13%) и грядово-мочажинно-озерковые комплексы с редкими озерами (10% от общей площади территории). Общее строение болотного массива представлено 23 типами ландшафтов, которые для наглядности были генерализованы (табл. 1). Для каждого выделенного типа рассчитана площадь.

Таблица 1

№	Единица ландшафта	Занимаемая площадь, га	% от общей площади территории
1	Темнохвойные и мелколиственные леса	170,1	5
2	Сосново-кустарничково-сфагновые болота	403,0	15
3	Грядово-мочажинные комплексы	616,6	25
4	Грядово-мочажинно-озерковые комплексы	1177,1	40
5	Краевые мочажины и открытые мочажинные болота	108,8	3
7	Озера и озерные террасы	216,7	9
8	Антропогенно-измененные территории	84,9	3
9	Подтопленные участки	15,6	< 1
	Общая площадь болот	**2305,5**	**80**
	Общая площадь территории	**2793**	**100**

Использование дистанционных методов (материалов аэрофото- и космической съемки) значительно упрощает задачу изучения ландшафтов и даёт возможность составить карту болотного масива с гораздо большей точностью и детализацией, чем подробные наземные обследования. С их помощью удаётся одновременно видеть все детали ландшафта и выявлять те их взаимосвязи, которые совершенно невозможно установить при наземном изучении болот. На фотоизображении участок, занятый грядово-мочажинно-озерковым болотным комплексом, представляет собой рисунок, напоминающий паутину из параллельных нитей различного тона и цвета, разбросанных по всей площади комплекса между озерками. Чем мельче этот рисунок и чаще чередование полосок, тем меньше ширина гряд и мочажин и более часта их смена.

Микроландшафты включают в себя, как уже отмечалось выше, два основных элемента – экосистемы гряд и мочажин, площади которых наряду с озерками также были определены (табл. 2).

Таблица 2

Варианты микроландшафта	Площадь экосистем, % (га)			
	гряд	мочажин	озер и озерков	Общ. площадь, га
Грядово-мочажинно-озерковые комплексы с крупными озерами	18 (98,4)	36 (205,8)	46 (255,7)	559,9
Грядово-мочажинные комплексы с редкими озерами	31 (87,1)	65 (182,2)	4 (11,6)	280,9
Грядово-мелкомочажинные комплексы	44 (111,5)	56 (141,9)	–	253,4
Грядово-мочажинно-озерковые комплексы	37 (85,0)	59 (134,6)	4 (9,4)	229,0
Открытые мочажинные болота с отдельными грядами	12 (25,3)	87 (169,6)	–	194,9
Грядово-крупномочажинные комплексы с несвязной сетью гряд	25 (40,6)	74 (121,4)	1 (1,7)	163,7
Грядово-крупномочажинный комплекс с несвязной сетью гряд с крупными озерами	27 (28,9)	58 (62,3)	15 (16,1)	107,3
Дистрофные грядово-мелкомочажинные комплексы	37 (1,7)	63 (2,9)	–	4,6

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Площадь грядово-мочажинных и грядово-мочажинно-озерковых комплексов на данном участке достигает 1793 га, т. е. 77% от всей площади болот; на гряды приходится 27% (478 га), на мочажины – 57% (1020 га), озерки занимают 16 % (295 га).

Продукция мхов на олиготрофных болотах зависит от вида мха и типа экосистемы. При достаточном увлажнении мочажинные виды мхов, такие как *Sphagnum majus (Russ.) C. Jens., Sphagnum lindbergii Schimp. ex Lindb., Sph. balticum (Russ.) Russ. ex C. Jens. Sphagnum fallax (Klinggr.) Klinggr*, дают прирост около 3,1т/га в год. Минимальный прирост не превышает 1,85 т/га в год. При достаточной обводненности мочажины, притока дополнительного питания с грунтовыми водами вблизи водотоков, около лесных массивов прирост мхов бывает максимальным – 4,78 т/га в год.

Олиготрофный доминант гряд и рямов *Sphagnum fuscum (Schimp.) Klinggr*. дает прирост около 2,3 т/га в год. В условиях средней тайги Западной Сибири этот мох дает прирост от 2,0 до 3,1 т/га. Как отмечают канадские исследователи, в условиях Канады он продуцирует от 0,07 до 3,03 т/га в год. (*Belyea & Warner,* 1996). *Sphagnum angustifolium (Russ. ex Russ.)* C. Jens дает минимальный прирост для сфагновых мхов в условиях средней тайги – 1,85 т/га в год.

В исследованиях на болотах европейской части среднетаежной зоны было показано, что прирост мхов достигает 2,56 – 3,3 т/га в год (Илометс, 1981). Для болот Западной Сибири в средней тайге этот показатель составляет на грядах 2,3 т/га, а на мочажинах – 3,1т/га в год.

Зеленые мхи мелколиственных и темнохвойных лесов прирастают на незначительную величину.

Можно проследить величину продукции всех видов мхов в различных типах микроландшафтов (табл. 3). Также рассчитан вклад каждого типа экосистем гряд и мочажин в продукцию мохового покрова на болоте.

В разных экосистемах прирост может различаться

Таблица 3

Продукция мохового покрова в микроландшафтах ключевого участка

№№ легенды карты	Типы микроландшафта	Продукция мохового покрова, т/га в год		Продукция мхов микроландшафта, т/га в год (%)
		Гряды	Мочажины	
1–4	Темнохвойные и мелколиственные леса	1,05*	–	248,1 (4,2)
5,6	Сосново-кустарничково-сфагновые болота	2,6	–	1047,8 (17,6)
11	Грядово-мочажинно-озерковые комплексы с крупными озерами	2,67	2,.65	808,1 (13,6)
9	Грядово-мочажинные комплексы с редкими озерами	3,1	2,.7	762,0 (12.8)
8	Грядово-мелкомочажинные комплексы	2,45	2,55	635,0 (10,7)
10	Грядово-мочажинно-озерковые комплексы	2,7	4,.12	781,5 (13)
15	Открытые мочажинные болота с отдельными грядами	2,2	2,.65	505,1 (8,5)
16	Грядово-крупномочажинные комплексы с несвязной сетью гряд	2,0	3,18	467,3 (7,9)
17	Грядово-крупномочажинный комплекс с несвязной сетью гряд с крупными озерами	2,6	4,.29	342,4 (5,8)
7	Дистрофные грядово-мелкомочажинные комплексы	2.1	2,55	11,0 (0,2)
12,13,14, 18	Краевые мочажины и открытые мочажинные болота	–	3,12	339,5 (5,7)
	Всего по ключевому участку в том числе болот			5947 (100) 5699,7 (95,8)

**по литературным данным: Базилевич, 1993.*

от 1,05 до 4,29 т/га в год. В темнохвойных и мелколиственных лесах он минимален. **В сосново-кустарничково-сфагновых** экосистемах доминирует *Sph. fuscum.* Эти экосистемы располагаются на склоновых участках или на краю лесных островов на переходе болота к лесу. Ландшафт однородный. Сосна достигает в среднем 2–2,5 м. Кустарничковый ярус представлен *Ledum palustre, Chamaedaphne calyculata, Andromeda polifolia.* Эта экосистема дает вклад в продукцию болота до 17,6%.

На небольших грядах в **грядово-мочажинно-озерковых комплексах с крупными озерами** прирост массы *Sph. fuscum* составляет 2,67 т/га в год. В мочажинах доминируют такие виды мхов, как *Sph. majus, Sph. lindbergii, Sph .balticum,* прирост которых не превышает 2,65 т/га в год. Такие экосистемы наибольшего распространения достигают на пологих склонах болота. Общий вклад этого комплекса в продукцию достигает 13,6%. **Грядово-мочажинные комплексы с редкими**

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

озерами обычно граничат с предыдущим комплексом и приурочены к плоским участкам болота. Здесь доминируют такие же виды мхов, но прирост несколько повышается (до 2,7 т/га в мочажинах и до 3,1 т/га на грядах).

Грядово-мочажинно-озерковые комплексы приурочены к плоским участкам в середине болота. Мочажины сильно обводнены, часто их центральная часть занята озерками. Подтопление приводит к сильному росту мочажинных мхов. Здесь наблюдаем максимальную продукцию: *Sph. majus* – 4,12 т/га, Sph. fuscum – 2,7 т/га.

Открытые мочажинные болота с отдельными грядами, грядово-крупномочажинные комплексы с несвязной сетью гряд с крупными озерами и грядово-крупномочажинные комплексы с несвязной сетью гряд приурочены к крутым склонам болота и характеризуются различной массой продукции мочажинных мхов (2,65–4,29 т/га в год), зависящей большей частью от обводненности мочажин. Продукция на грядах колеблется незначительно – от 2,1– до 2,6 т/га.

Грядово-мелкомочажинные комплексы встречаются на выровненных поверхностях болота. В мочажинах преобладают *Sph. lindbergii* с приростом 2,55 т/га, масса продукции *Sph. fuscum* на грядах не превышает 2,45 т/га. Весь небольшой по площади комплекс (254,4 га) создает до 635 т растительного вещества в год.

Дистрофные грядово-мелкомочажинные комплексы располагаются на самых высоких элементах рельефа болота. На грядах наблюдается разрушение мохового покрова (5 %), наряду со *Sph. fuscum* (50 %) можно встретить лишайники (40–45 %). Продуктивность этого комплекса высокая: масса мочажинных мхов составляет в среднем 2,55 т/га, на грядах *Sph. fuscum* дает – 2,45 т/га, лишайник *Cladina stelllaris* – 1,5 т/га.

Краевые мочажины и открытые болота формируются *Sph. fallax, Sph. angustifolium, Sph. majus,* прирост с продукции в среднем составляет 3,12 т/га. Здесь наблюдается наибольшее разнообразие видов. Причем ковер *Sph. angustifolium* (прирост 1,85) может соседствовать с небольшим пятном *Sph. majus* (3,13) или *Sph. fallax* (3,19 т/га). Или же один вид может доминировать на всей мочажине, которая имеет огромные размеры (продуктивность до 5,66 т/га в год).

Грядово-мочажинно-озерковые комплексы занимают наибольшую площадь и продуцируют максимальное количество растительного вещества на олиготрофном болоте. Грядово-мочажинные комплексы как по площади, так и по продукции стоят на втором месте. Сосново-кустарничково-сфагновые сообщества также высокопроизводительны. Невелик вклад краевых мочажин, и на последнем месте – моховой покров леса. Мхи всей территории болота, площадь которого 2305,5 га, вносят до 5947,7 т в год растительного вещества.

Таким образом, использование дистанционных методов позволяет выделить репрезентативную пространственную единицу, получить количественные оценки продуктивности растительного покрова, что необходимо для решения многих научных и практических задач по охране и рациональному использованию болот.

Работы выполнены в рамках интеграционного проекта СО РАН № 66 и при частичной финансовой поддержке гранта INTAS-99-01718; проект "Климат в связи с аккумуляцией углерода: пространственный и временной анализ Западно-Сибирских торфяников" (CIRCA).

Литература

Belyea Lisa R., Warner Barry G. Temporal scale and the accumulation of peat in a Sphagnum bog // Can. J. Bot. 1996. № 74. P. 366–377.

Varlyguin D.L.& Liss O.L. 1998 Acrotelm carbon budget: research on the raised bogs of central West Sibera // West Siberian peatlands and carbon cycle: past and present. Noyabrsk, august 18–22. 2001. p. 139–142.

Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 295 с.

Базилевич Н.И. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Южного Васюганья // Растительные ресурсы. 1967. Т. 3, Вып. 4. С. 567–588.

Глебов Ф.З. Взаимоотношения леса и болота в таежной зоне. Новосибирск: Наука, 1988. 184 с.

Грабовик С.И. Влияние климатических условий на линейный прирост сфагновых мхов в Южной Карелии // Ботанический журнал. 1994. Т. 79, № 4. С. 81– 86.

Иллометс М.А. Прирост и продуктивность сфагнового покрова в юго-западной Эстонии // Бот. журн., 1981. № 2. С. 279–290.

Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М.: Географгиз., 1948. 318 с.

Косых Н.П. К методике определения линейного прироста и продукция сфагновых мхов на мезо-олиготрофных болотах Западной Сибири // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. М.: ГЕОС, 1999. С. 121–122.

Пьявченко Н.И. О продуктивности болот Западной Сибири // Растительные ресурсы. 1967. Т. III. Вып. 4. С. 523–533.

Храмов А.А., Валуцкий В.И. Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья (структура и биологическая продуктивности). Новосибирск: Наука, 1977. 220 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФИТОЦЕНОЗОВ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА

Е.М. Волкова
Тульский государственный педагогический университет, г. Тула
phisiology@tspu.tula.ru

Существующая в настоящее время проблема увеличения содержания в атмосфере углекислого газа позволяет по-новому оценить биосферную роль болот. Это связано с незамкнутостью биологического круговорота в болотных экосистемах, что обусловливает меньший возврат в окружающую среду веществ по сравнению с поступлением. В результате болота следует рассматривать как системы, характеризующиеся постоянным стоком в них углерода, который накапливается в виде торфяных залежей.

Исследования проводились в 2001 году в южной части Васюганского болота в координатах 50°16'25,8" с.ш. и 82°10'22,1" в.д.

Частью биологического круговорота, определяющего количество органического вещества, не затраченного на разложение, является биологическая продуктивность. Она может быть охарактеризована через запасы фитомассы и мортмассы (табл. 1), образцы которых были отобраны в конце июля – начале августа.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что наиболее продуктивными являются фитоценозы кочек низкого ряма – 995,1 г/м². Продуктивность микропонижений несколько меньше – 785,3 г/м². Основная часть надземной фитомассы в сосново-кустарничково-сфагновом сообществе приходится на кустарнички (49,8–50,8%). Небольшой вклад в общую продуктивность сообществ кочек вносит также клюква мелкоплодная (0,4%). Существенный вклад в продуктивность характерен для мхов (38,6–39%), что связано с их интенсивным ростом.

Мортмасса в сообществах низкого ряма представлена только опадом, который составляет 9–10% от общей фитомассы. Отсутствие ветоши связано с тем, что надземные органы практически всех растений (за исключением морошки) являются многолетними.

В мезотрофных фитоценозах отмечена наиболее низкая продуктивность – 511,4 г/м². Основную часть фитомассы формируют мхи. Их продуктивность оценивается в 317,5 г/м², что составляет 62%. Невысокое покрытие болотных кустарничков и карликовой березы обусловливает уменьшение их роли в общей продуктивности сообществ – 26%, при этом снижается доля как фотосинтезирующих, так нефотосинтезирующих органов. Следует отметить, что в таких фитоценозах увеличивается продуктивность клюквы болотной, надземная фитомасса которой достигает 44,8 г/м², что составляет 8,7%.

Появляющиеся в сообществе эвтрофные виды (вахта, осоки), вносят определенный вклад в их продуктивность, однако пока их участие мало – 7%. Эти листопадные виды формируют также ветошь, составляющую 2–3% надземной фитомассы и 50% мортмассы. Показатели ветоши выше, чем в олиготрофных фитоценозах, однако ниже, чем в эвтрофных, что связано с участием в растительном покрове ксероморфных болотных кустарничков. Величина опада соразмерна с массой ветоши. В целом мортмасса сосново-кустарничково-осоково-сфагновых фитоценозов не превышает 4–5% от общей продукции.

Пояс эвтрофной растительности, представленный ивово-ерниково-разнотравным и березово-ерниково-осоковым фитоценозами, характеризуется продуктивностью, оцениваемой в 654,2 и 628,7 г/м² соответственно. Выявленные незначительные отличия связаны с различием в проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса.

В ряду ивняк – березняк увеличивается фитомасса кустарничков от 29,5 до 34,4%. Следует отметить, что, если в ивово-ерниково-разнотравном сообществе в эту группу продуктивности, помимо карликовой березы, входит клюква (0,8%) и редко андромеда, то в ерниково-осоковом березняке ее формирует только карликовая береза, причем участие фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих органов этого вида увеличивается по сравнению с предыдущим типом сообщества. Такая же тенденция характерна и для травянистых растений, увеличивающих свое участие в продуктивности от 17,6 до 24,4%. Из этой группы наиболее значима роль осок (11,2–12,8%). Доля сабельника и хвоща существенно увеличивается только в березняке, достигая 7,2 и 2,3% соответственно. Вклад в продуктивность вахты и других трав (горичник, подмаренник, калужница, папоротники) менее значим.

Моховой покров, представленный гипновыми мхами и имеющий покрытие 25%, характеризуется низкой продуктивностью (65,7–80,0 г/м²). Его вклад в общую фитомассу варьирует в пределах 10,0–12,7%.

В эвтрофных фитоценозах отмечена максимальная масса ветоши, составляющая 19,2–36,3%. Причиной этого является листопадность видов, формирующих сообщества (за исключением клюквы и андромеды в ивово-ерниково-разнотравном фитоценозе). Опад составляет 6,4–8,9%.

Таким образом, в направлении от олиготрофных фитоценозов к эвтрофным наблюдается:

– увеличение общей фитомассы надземной части фитоценозов;

– снижение участия в продуктивности кустарничков и мхов;

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Запасы фитомассы и мортмассы надземной части фитоценозов (г/м²)

Тип фитоценоза	Стебли кустарничков	Листья кустарничков	Клюква	Морошка	Осоки	Вахта	Сабельник	Хвощ	Др. травы	Мхи	Опад	Ветошь	Всего
Березово-ерниково-осоковый	197,4	19,9	–	–	80,9	11,5	45,6	14,8	1,9	80,0	56,1	120,6	628,7
Ивово-ерниково-разнотравный	182,0	6,5	5,4	–	73,2	7,8	11,5	9,5	13,2	65,7	41,8	237,6	654,2
Сосново-кустарничково-осоково-сфагновый	37,8	50,4	44,8	–	23,4	13,6	–	–	–	317	12,1	11,6	511,4
Сосново-кустарничково-сфагновый, кочка понижение	328,4 274,4	167,4 125,4	3,9 –	4,8 4,8	–	–	–	–	–	385 307	105 73,7	–	995,1 785,3

– увеличение фитомассы травянистых растений;
– увеличение мортмассы фитоценозов.

Рассмотрим также влияние антропогенной нагрузки на структуру растительного покрова и продуктивность рямовых фитоценозов. Разноплановая деятельность человека затрагивает различные аспекты функционирования природных экосистем, напрямую отражаясь в структуре растительного покрова. Применительно к болотным экосистемам такого рода деятельность сводится к осушению болот, внесению удобрений, возможной выработке торфяной залежи, загрязнению поверхности болота различными промышленными продуктами, пожарам. Влияние последнего фактора было изучено в пределах обследуемого профиля на участке среднего ряма. Пожар затронул растительный покров 8 лет назад. Причиной его послужили неосмотрительность охотников и сильный ветер. Эта форма воздействия способствовала уничтожению древесного, травяно-кустарничкого и мохового ярусов. Спустя 8 лет отмечено возобновление древостоя (6Б4С+К), при этом большей высотой характеризуются деревья березы и сосны (1,5–2,5 м).

Травяно-кустарничковый ярус имеет покрытие 70%. Его формируют багульник (*Ledum palustre*), мирт болотный (*Chamaedaphne caliculata*), брусника (*Vaccinium vitisidaea*), морошка (*Rubus chamaemorus*) и редко встречающаяся черника (*Vaccinium myrtillus*). Высокая жизненность кустарничков являются следствием послепожарной минерализации растительных остатков. В моховом покрове (ОПП– 80%) доминирует *Polytrichum strictum* (45%), а также отмечены *Sphagnum fuscum, Sph. balticum* и др. Слоевища *Cladonia* sp. составляют 10 % покрытия.

Таким образом, на ранних стадиях послепожарной демутации сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза в его травяно-кустарничковом ярусе доминирует багульник, в моховом – политрих обожженный.

Антропогенная нагрузка такого рода приводит не только к изменению структуры и состава растительных сообществ, но и их продуктивности (табл. 2). Своеобразный «взрыв» обилия кустарничков, имеющих многолетние надземные побеги, и индикатора пожаров политриха (*Polytrichum strictum*) обусловливает увеличение продуктивности по сравнению с естественными фитоценозами. Для обследуемого участка продуктивность составляет 2112,3 г/м². Наибольшее участие в ее формировании принадлежит, как и было показано выше, кустарничкам. Их доля составляет 42,3% от общей фитомассы, при этом на долю стеблей приходится 27,1%, листьев – 15,2%. Клюква на этих стадиях восстановления растительного покрова отсутствует. Морошка формирует покрытие (15%), занимая «свободную экологическую нишу», но ее участие в общей продукции незначительно – 1,2%.

Интенсивный рост *Polytrichum strictum* и восстанавливающих обилие сфагнов является причиной значительной продуктивности мохового яруса. В общей продукции надземной части фитоценоза мхи занимают 31,1%.

По сравнению с естественными, антропогенно нарушенные фитоценозы характеризуются также повышенными величинами опада, который находится на раз-

Таблица 2

Запасы фитомассы и мортмассы надземной части болотного фитоценоза, подвергнутого влиянию пожара

Стебли кустарничков	Листья кустарничков	Клюква	Морошка	Мхи	Опад	Ветошь
572,8	321,2	–	25,5	657,6	535,2	–

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ных стадиях. Наиболее разложившаяся часть его осталась, по-видимому, с момента пожара. Доля опада в общей продукции надземной части фитоценоза составляет 25,3%. Ветошь практически отсутствует.

На основании сказанного можно сделать следующие выводы. Антропогенные воздействия на растительные сообщества вызывают изменение их структуры и состава. Продуктивность таких фитоценозов, охарактеризованная через надземную фитомассу, значительно возрастает (в среднем в 2,3 раза). Наибольшая роль в ее формировании принадлежит кустарничкам и зеленым (гипновым) мхам.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ГОРНЫХ БОЛОТ КУЗБАССА

И.И. Волкова
НИИ биологии и биофизики, Томский государственный университет, г. Томск
volkova@ecos.tsu.ru

Территория и объект исследования

На обширных территориях гор Южной Сибири до настоящего времени сохранились уникальные природные комплексы таежных лесов, субальпийских и альпийских лугов, тундр и болот, которые обеспечивают функционирование естественных экосистем с богатым видовым разнообразием, включающим редкие и эндемичные виды растений и животных. Одними из наиболее интересных природных образований в горах являются торфяные болота. Особенно благоприятные условия для широкого развития болотообразовательного процесса, столь не характерного для горного рельефа, сложились на западном макросклоне и в осевых частях хребта Кузнецкого Алатау, северного отрога Алтае-Саянской горной области. Преобладающие мягкие формы рельефа и уникальные для гор континентальной Азии климатические условия (3000–3500 (до 6000) мм осадков в год), определяющие низкое положение снеговой линии при интенсивном таянии снежников и ледников, позволяют торфяным болотам не только существовать, но и активно развиваться как в долинах, так и на склонах и плоских вершинах гор.

Болота поддерживают гидрологические, биогеохимические и биологические связи с окружающими экосистемами, с которыми постоянно обмениваются веществом, энергией и информацией. Горные болота Кузнецкого Алатау обеспечивают значительный вклад в биологическое разнообразие природы Кузбасса. Болота отличаются от других экосистем большим разнообразием местообитаний, которое повышается с увеличением абсолютной высоты и позволяет существовать здесь не только характерным для болот растениям и животным, но и значительному количеству высокогорных и равнинных видов. Это обусловливает разнообразие биоты и самобытность горных болот.

С 1995 г. нами проводятся исследования горных болот Кузнецкого Алатау. Основные работы развёрнуты на территории заповедника «Кузнецкий Алатау», где выделены два ключевых участка, приуроченные к стационарам заповедника у гор Чемодан и Большой Каным. В настоящее время имеются довольно полные сведения о геоморфологических типах болот Кузнецкого Алатау, их флоре, растительности, торфяных залежах (Мульдияров, 1995; Мульдияров, Лапшина, 2000; Волкова, 2001 и др.). Экологическая роль и функции горных болот Южной Сибири в ландшафте до сих пор специально не изучались.

Актуальность исследования экосистемной роли горных болот Кузбасского региона связана, прежде всего, с его тяжелым экологическим состоянием, так как по заключению экспертной комиссии Государственной экологической экспертизы 1993 г. регион признан зоной экологического бедствия. Сумма валовых промышленных выбросов в атмосферу Кузбасса (по данным на 1998 г.) составляет 1254 тыс. т. В атмосферу выбрасывается около 200 различных веществ, которые в большинстве своем являются высокотоксичными и канцерогенными (Доклад: Состояние..., 1999). Относительная замкнутость Кузнецкой котловины, где располагается Кузбасс, преобладающее направление ветров со стороны промышленного узла и относительно небольшое расстояние (200–250 км) до горной системы Кузнецкого Алатау, которая является механическим барьером при переносе влаги и пыли в воздушных потоках, определяют значительное аэрозольное загрязнение гор промышленными выбросами. Летом тающие снежники на вершинах гор покрыты слоем техногенной грязи, а в лесном поясе повсеместно наблюдается поражение вершин хвойных деревьев (суховершинность). При этом территории природного заповедника «Кузнецкий Алатау» не являются исключением.

Особенно пагубно хозяйственная деятельность отразилась на состоянии водоёмов. Кемеровская область, на территории которой находится Кузнецкий промышленный бассейн, занимает в Западно-Сибирском регионе только два процента территории, однако из общего объёма сбросов сточных вод Западной Сибири доля Кузбасса составляет 45%. В водные объекты Кемеровской области сбрасываются сточные воды в объеме 2241,4 млн куб. м, содержащие 606,12 тыс. т загрязняющих веществ (Доклад: Состояние..., 1999). Многолетний сброс сточных вод в объемах, сравнимых с годовым объемом стока, свёл на нет способность многих рек к самоочищению, превратив их в открытые канализационные коллекторы. Бесконтрольное изъятие воды, уничтожение водоохранных полос и осушение болот приводят к массовой гибели малых рек. Хозяйственной деятельностью человека и, прежде всего, горнодобывающей промышленностью уничтожено более 200 малых рек Кузбасса. Дефицит питьевой воды в области в 1998 г. составил 216,7 тыс. м^3/сут (Доклад..., 1999). Это проблема не только Кузбасского региона, но и прилегающих к нему территорий, по которым протекает р. Томь. В этой связи особое значение приобретают проблемы изучения и сохранения относительно ненарушенных природных экосистем региона и особенно хребтов Кузнецкого Алатау, со склонов которого берут своё начало многие реки региона, включая р. Томь, качество

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

воды в которой соответствует гигиеническим нормативам только в ее верховьях.

Проблема дефицита чистой воды в регионе определяет особую роль её природных источников, значительная часть которых берёт своё начало с ледников, снежников и многочисленных болот западного макросклона горной системы Кузнецкого Алатау. Относительно большая общая площадь торфяных болотных массивов, достигающая 5% площади территории западного макросклона горной системы, и расположение их на основных путях стока вод позволяют предполагать, что значительное количество вод проходит через болота. В ходе исследований торфяных болот возникло предположение об особой роли болотных экосистем в поддержании экологического равновесия Кузбасского региона. Полное отсутствие в литературе сведений по гидрологии и геохимии горных болот позволяло лишь экстраполировать на них результаты немногочисленных исследований фильтрационных, сорбционных и биоочищающих способностей болот равнинных территорий. Появилась необходимость исследовать водозапасающую и водорегулирующую функции горных болот Кузбасса и устойчивость их экосистем в условиях антропогенной нагрузки, выражающейся в выпадении аэрозольных загрязнителей с осадками как непосредственно на поверхность горных болот, так и на территории их водосбора. В данной публикации представлены лишь некоторые предварительные результаты работ по определению экологической роли горных болот Кузбасса и оценке их современного экологического состояния.

Материалы и методы

При исследовании экологического состояния и особенностей функционирования экосистем горных болот Кузбасса мы уделяем внимание не только болотным массивам, но и отдельным их компонентам разного ранга (моховая дернина, торфяная залежь, грядово-мочажинно-озерковый комплекс). В своих исследованиях мы обратились к наиболее общим параметрам, таким как гидрологический режим болот и гидро- и геохимические показатели, позволяющие прямыми измерениями оценить степень антропогенного воздействия на болотные экосистемы и выявить их водоочищающие и водорегулирующие способности.

Для проведения полевых исследований была выбрана наиболее типичная для рассматриваемого региона модельная болотная система – Крестовские болота – в районе горы Чемодан на территории заповедника «Кузнецкий Алатау» (рис. 1). Болотная система общей площадью около 1000 га состоит из 5 массивов и располагается в замкнутом водосборе верховьев р. Крестовки, правого притока р. Средняя Терсь. Котловина водосбора Крестовской болотной системы располагается на высоте 850–900 м над ур. м. и имеет общий уклон 3–5° на юго-запад, откуда по долине р. Крестовки осуществляется приток влагоносных воздушных масс, несущих аэрозольное загрязнение из промышленного центра Кузбасса.

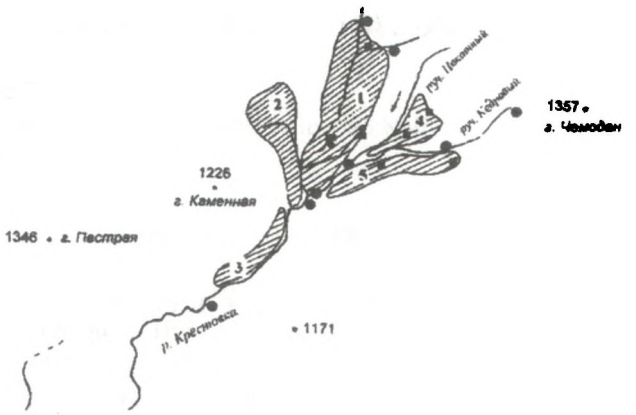


Рис. 1. Схема Крестовских болот: 1 – Крестовское; 2 – Дальне-Крестовское; 3 – Подкаменное; 4 – Домашнее; 5 – Стационарное. ▩ – места отбора проб воды; ■ – места отбора торфяных образцов

Мощность торфяных залежей Крестовских болот в генетических центрах достигает 3 м, а в среднем составляет 1,5–2 м. Основную площадь центрального массива (Крестовское болото) занимают грядово-озерково-мочажинные комплексы. Гряды заняты кустарничково-сфагновыми сообществами, а в мочажинах господствуют осоки, шейхцерия, пухонос, мхи. Верхняя часть массива у основания склонов занята березовым криволесьем в сочетании с шульциево-осоково-моховыми сообществами. Дальне-Крестовское болото занято березовым криволесьем с участками грядово-мочажинных комплексов в юго-восточной части массива. Подкаменное болото у основания горы Каменной покрыто ерниковыми, ерниково-осоковыми и осоково-сфагновыми сообществами, разделяемыми пихтово-кедровыми кустарничково-моховыми лентами вдоль водотоков. Домашнее болото, залегающее на междуречном клине, образованном ручьями Кедровым и Покатным, занято комплексом березового криволесья с алтайскоосоково-чемерицевым травостоем вокруг стволов и алтайскоосоково-шульциево-сфагновых и топяноосоково-пухоносово-сфагновых сообществ между группами берез.

С целью сравнительного анализа проведено исследование и на высокогорном нагорнотеррасно-склоновом травяно-осоково-печениково-зеленомошном болоте (Ленкино болото) на подветренном северо-восточном склоне одного из отрогов горы Чемодан на высоте 1160–1180 м над ур. м. Площадь болота составляет около 8 га, мощность торфа в первичной депрессии верхней части массива равна 80 см, в остальной части не превышает 25–30 см.

Гидрохимия

Летом 2001 г. на Крестовских болотах с целью последующего анализа содержания различных химических элементов были отобраны пробы воды на входе и выхо-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

де из болотных массивов, на площади болот в различных элементах болотного комплекса (озерки, мочажины), в болотных водотоках. Для сравнительного анализа отобраны пробы талой воды снежников, залегающих на близлежащих склонах гор западной экспозиции на высоте 1000–1100 м над ур. м. Для анализа химического состава атмосферной воды взяты усредненные пробы выпавших за весь период экспедиции (10–26 июня 2001 г.) осадков в субальпийском поясе на вершине горы вблизи Крестовских болот (1200 м над ур. м.) и осадков в лесном поясе на окраине исследуемой болотной системы, а также на западном склоне горы у г. Белогорска у границы заповедника «Кузнецкий Алатау» (880 м над ур. м.). В полевых условиях в пробах были измерены pH, электропроводность, температура – главные факторы, определяющие химический состав воды и влияющие на торфообразование. Каждая проба разделялась на две части, которые консервировались серной и азотной кислотой. Пробы воды анализировались колориметрически на автоанализаторе (AAS) на NH_4^+, NO_3^-, Cl^- и PO_4^{3-} и методом ICP на Al, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, K, Mn, Na, Pb, Si, S и Zn. Анализы выполнены в лаборатории физической географии Университета г. Утрехт (Нидерланды).

Геохимия

Для последующих анализов физических свойств, химического и ботанического состава согласно методике, разработанной Ю.А. Львовым (1976), были отобраны образцы торфа. В целом на трех массивах модельной болотной системы (7 скважин) и на высокогорном Ленкином болоте (2 скважины) по всей глубине торфяной залежи послойно отобран 61 образец с более частым отбором образцов меньшей толщины в верхней современной части залежи глубиной до 20–30 см для идентификации слоя, соответствующего началу массового промышленного загрязнения. Каждый из образцов был разделен на два: один – для ботанического анализа и выявления задержанных пылевых частиц микроскопическим методом, другой – для анализа содержания поллютантов химическими методами. Учитывая специализацию основных предприятий-загрязнителей, пробы торфа, высушенные до воздушно-сухого состояния, были исследованы на фракционный состав нерастворенных частиц и на содержание тяжелых металлов. Содержание Cd, Zn, Pb, Cu определялось инверсионно-вольтамперометрическими методами, ртути – методом ААС (метод холодного пара), мышьяка – атомно-абсорбционным методом после озоления проб. Анализ был проведен в аккредитованной испытательной лаборатории Центра стандартизации, метрологии и сертификации (г. Томск).

Гидрология

В ходе летней экспедиции проведено предварительное гидрологическое исследование модельной болотной системы. На 3 болотных массивах системы Крестовских болот с целью мониторинга гидрологического режима заложены гидрологические профили на базе существующих нивелировочного и глазомерного геоботанических профилей. В течение экспедиции проводились ежедневные наблюдения за уровнем болотных вод. Были созданы временные гидрометеорологические посты на водотоках, дренирующих систему Крестовских болот: на истоках и устьях ручьев Кедрового и Покатного и реке Крестовке (на ее истоке, небольшом притоке в ее верхнем течении, а также в среднем течении ниже устьев ручьев Кедрового и Покатного), где проводились ежедневные наблюдения за уровнем воды. С помощью вертушки измерялась скорость воды в ручьях и реке на входе и выходе из системы Крестовских болот.

Два кубических торфяных образца (осоковый и сфагновый) размером 10x10x10 см отобраны на глубине нижней границы деятельного горизонта и проанализированы на пористость и влажность на базе Института торфа (г. Томск).

Результаты

Ботанический анализ отобранных образцов торфа показал, что торфяные залежи большинства из исследуемых болотных массивов сложены осоковым (гораздо реже – сфагново(*Sphagnum fallax*)-осоковым) торфом преимущественно из осоки алтайской, почти всегда в той или иной степени загрязнённым минеральными включениями.

Геохимия

Анализ образцов торфа показал обогащение верхних слоев торфяных залежей массивов горных болот частицами угольной пыли, а также тяжелыми металлами: ртутью и свинцом (рис. 2). Сходная ситуация характерна для всех исследованных болотных массивов.

Обнаружено, что ни в одном из всего массива торфяных образцов содержание мышьяка не превышает 0,01 мг/кг сухого вещества.

Содержание кадмия выше 0,01 мг/кг отмечено в 21% образцов. Такое количество показали скважины болотных массивов, расположенных непосредственно вблизи здания научного стационара заповедника в восточной части Крестовской болотной системы: две на Домашнем болоте и одна в нижней части Стационарного болотного массива. Распределение содержания кадмия по глубине залежей неравномерное, с явным пиком на 3–7 см от поверхности для всех трех скважин (торф состоит из остатков алтайской осоки). Максимальное содержание (0,26 мг/кг сухого вещества торфа) отмечено в нижней части на Стационарном болоте, расположенном на пологом склоне северо-восточной экспозиции. Приповерхностные образцы (с включением очеса), как и более глубокие слои торфа, показали меньшее содержание Cd. Для сравнения, по литературным данным,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

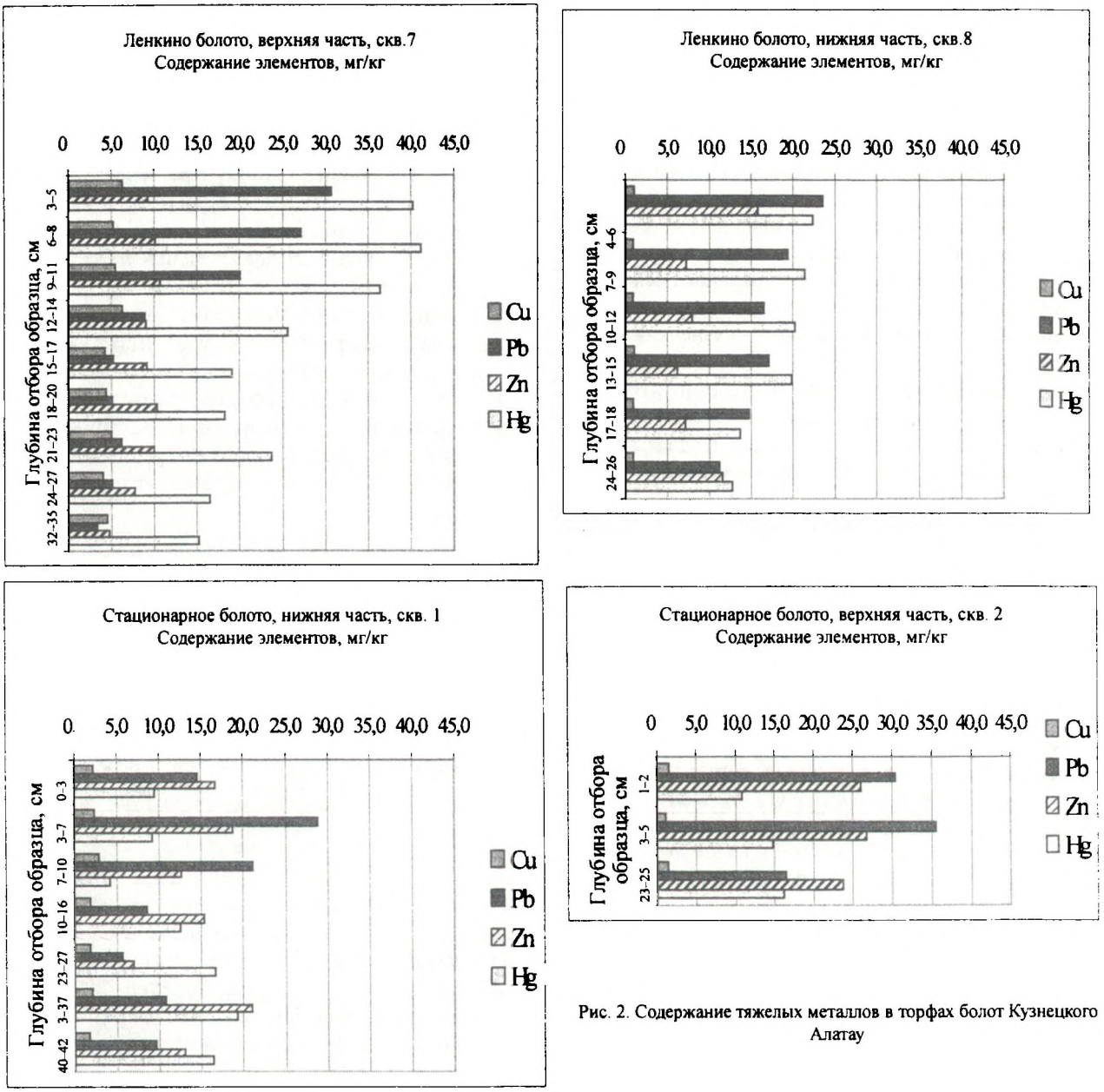


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в торфах болот Кузнецкого Алатау

среднее значение концентрации кадмия в торфе верховых болот составляет 0,65 мг/кг сухого вещества (Добродеев, 1990), а всего в органическом веществе педосферы – 0,3 мг/кг (Добровольский, 1998).

Анализ распределения в массиве данных содержания ртути показывает явные тенденции к ее накоплению в верхних (но не поверхностных) слоях залежей (см. рис. 2). Максимальное содержание (более 40 мг/кг сухой массы) характерно для приповерхностных (до 8 см глубины) слоев торфа из осоки топяной в верхней по склону части массива Ленкиного болота (скв. № 7), превышая тот же показатель для нижней части (с преимущественно пушицевым торфом) в два раза (скв. № 8). Для болотного массива Домашнего такое же высокое содержание Hg отмечено на глубине 13–15 см в осоковом торфе (осока алтайская). Заметим, что средняя концентрация ртути в почвенной органике составляет лишь 0,1 мг/кг сухого вещества (Добровольский, 1998).

Распределение содержания свинца в торфяных отложениях горных болот Кузбасса повторяет данные, полученные для ртути. Максимальное значение (35,5 мг/кг на глубине 3–5 см) отмечено в скважине № 2 на Стационарном болоте, при этом в нижней части массива в торфе содержится в 1,5–2 раза меньшее количество Pb. Такое же распределение отмечено и для остальных массивов. По данным В.В. Добровольского (1998), среднее содержание свинца в верховом торфе лесной зоны Европейской России составляет 3,6 мг/кг сухого вещества, в переходном – 4,5, в низинном – 2,3.

Концентрации цинка в проанализированных образцах не показали ни четкой приуроченности максимумов к верхним слоям торфяных залежей, ни тенденций на-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

копления в верхних по склону участках болотных массивов. В.В. Добровольский (1998) предполагает более слабую фиксацию цинка торфом по сравнению с другими металлами. По сравнению с приведенными им (1998) (18,4; 8,5 и 11,1 мг Zn на 1 кг сухого вещества верхового, переходного и низинного торфов соответственно) и О.П. Добродеевым (1990) (26 мг/кг для торфа верховых болот) средними данными, наши результаты не показали больших отклонений, варьируя, однако, при этом от 4,8 до 33,6 мг/кг.

Распределение концентраций меди, не обладающей большой способностью к атмосферному переносу (Reimann et al., 2000), оказалось почти равномерным по глубинам всех торфяных залежей. В.В. Добровольский (1998) приводит среднее содержание Cu для низинных торфов, равное 7,5 мг/кг сухого вещества. Наши данные показали среднее содержание по всем пробам около 3,5 мг/кг, более соответствующее приведенным в литературе значениям концентраций для верховых торфов. Относительно повышенное содержание (6,3 мг/кг в верхней и средней части залежи) обнаружено в Ленкином болоте (см. рис. 2). Распределение концентрации меди по участкам массива повторяет картину по другим металлам: на верхнем крае болота (скв. № 7) в среднем по скважине оно составляет 5,1 мг/кг против среднего значения 1,0 мг/кг для скважины № 8 в нижней по склону части массива. Относительно низкие концентрации меди в торфе исследуемых болот согласуются с данными анализа проб воды (см. ниже).

Гидрохимия

В целом отмечено, что содержание исследованных химических элементов в водах Кузнецкого Алатау не превышает фоновых значений, приведенных в работах других исследователей (Бахнов, 1986; Bleuten, 2001; Инишева и др., 2000 и др.). Медь обнаружена в минимальной концентрации 0,001 мг/л только в одной пробе из 25, хотя в осадках, собранных на соседней с болотами Ленкиной горке, ее содержание – 0,018 мг/л. Свинец также обнаружен в одной пробе – в талой воде снежника (0,039 мг/л).

Распределение концентраций таких элементов, как марганец, в водах внутриболотных водотоков, ручьев и реки оказалось сходным: в верхних частях водотоков содержание элемента заметно (в 1,5–10 раз) выше, чем в нижних. Так, в истоке р. Крестовки на входе в болотную систему количество Mn составило 0,047 мг/л, а в среднем течении реки после выхода из болот – 0,010. Такое же распределение обнаружили кадмий (соответственно 0,003 и 0,001 мг/л) и цинк (0,018 и 0,004 мг/л), причем максимальное содержание Cd в воде осадков составило 0,004, а Zn – 0,037 мг/л.

Особенно ярко описанная тенденция выражена на примере кальция. Его содержание, к примеру, в истоке и среднем течении р. Крестовки составило 18,713 мг/л против 2,285, а для небольшого внутриболотного водотока – 14,033 мг/л против 0,527. Интересно, что анализ снеговых вод подтвердил закономерность, выявленную для водотоков: пробы, взятые с верхней части снежника, также содержат большие концентрации элементов по сравнению с нижней.

Содержание серы и сульфатов не обнаружило больших различий в пробах, взятых с выше- и нижележащих участков водотоков, равно как и по элементам болотного комплекса. Максимальная концентрация серы обнаружена в воде осадков, выпадающих на вершине Ленкиной горы вблизи Крестовских болот, – 2, 052 мг/л ((SO_4^{2-}) – 6,147 мг/л). Другие ионы также показали максимальные концентрации в дождевой воде. Наибольшее содержание ионов NH_4^+ и PO_4^{3-} (отражающееся и на электрической проводимости, см. ниже) отмечено в осадках, выпадающих в окрестностях г. Белогорска, расположенного не более чем в 5 км от карьеров Кия-Шалтырского нефелинового рудника (4,888 и 2,333 мг/л соответственно), а NO_3^- – в осадках, собранных на Крестовских болотах (1,921 мг/л). Только хлорид-ион в максимальном количестве обнаружен в талой воде с верхней части снежника (1,25 мг/л). Общее содержание ионов показало средние значения в талой воде снежника, наименьшие – в болотах, реке и ручьях. Содержание исследованных элементов в воде внутриболотных озерков ниже, чем в мочажинах и водотоках.

Измерения кислотности вод горных болот показали среднее значение 5,2 при разбросе от 4,5 до 6,0, что индицирует слабокислые условия развития растительности и обусловливает олигомезотрофный (переходный) ее характер. Средние pH воды ручьев и реки, дренирующих Крестовскую болотную систему, равны 5,9. При этом различия в реакции воды на входах (верховья ручьев Кедрового, Покатного, р. Крестовки и ее малого притока, и выходе из болотной системы (р. Крестовка после впадения ручья Кедрового) вопреки нашим ожиданиям оказались минимальными (сотые доли единиц pH), чему может быть две причины: 1) измерения проводились в период завершающегося весенне-летнего половодья, в связи с чем собственно болотные воды были сильно разбавлены снеговыми, которые, видимо, даже преобладали в интенсивном поверхностном стоке с наклонно залегающих массивов; 2) входящие в болотную систему водотоки в своих верхних течениях имеют также торфопокрытые водосборные бассейны, поэтому несут в своих руслах некоторую часть болотной воды. Сделанные нами ранее предположения подтвердились на примере ручья Кедрового, pH которого в верхнем течении составил 6,1, а в районе устья, при впадении его в р. Крестовку после прохождения вдоль болотной системы, – 5,8. Еще более существенное понижение кислотности от истока к устью отмечено на одном из внутриболотных водотоков (5,9 и 4,6 соответственно в верхней и нижней части), а также при сравнении кислотности в болотных озерках верхней и нижней по склону частей Крестовского болота (5,7 против 5,0).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Электрическая проводимость вод болот, водотоков, талых снегов и осадков не показала существенных различий. В среднем она составляет 27 единиц. Однако отмечены два выбивающихся из ряда данных показателя: в дождевой воде, собранной на склоне горы у г. Белогорска, электропроводность составила 90, а в истоке одного из внутриболотных водотоков, выходящего из глубины торфяной залежи, – 120.

Гидрология

Большинство водотоков влажных склонов Кузнецкого Алатау (ручьев и рек разного порядка) имеют водосборные бассейны, частично покрытые торфяными отложениями. Площадь водосборного бассейна Крестовской болотной системы лишь в два раза превышает площадь самих болот, составляющую около 1000 га. Возможность существования горных болот при такой относительно малой площади водосбора и довольно больших уклонах поверхностей как минерального ложа, так и самих массивов, поддерживается за счет экстремально большого количества осадков на западном макросклоне и в высокогорной части Кузнецкого Алатау. Вероятно, некоторое количество воды поступает в массивы при выходе грунтовых вод, а также в результате стекания конденсированной камнями влаги, чему способствуют большие суточные перепады температур, характерные для горного климата.

Явно выраженный уклон поверхностей массивов и всей Крестовской болотной системы направлен в сторону р. Крестовки, куда избыточные воды сбрасываются по краевым ручьям, многочисленными поверхностными водотоками и непосредственно по поверхности болот, переливаясь из вышележащей мочажины в нижележащую. При этом гряды, ограничивающие края мочажин и покрытые часто густой сфагновой дерниной, играют роль одного из фильтрующих элементов.

Для анализа фильтрующих способностей горных болот вычислены основные показатели физических свойств их торфов (таблица).

Таблица

Некоторые показатели физических свойств торфа (Крестовское болото, Кузнецкий Алатау)

Показатель	Сфагновый торф	Осоковый торф
Влажность, % (г/г)	89 (8,13)	92 (10,41)
Коэффициент пористости, раз	13,15	18,13
Коэффициент фильтрации, см/с	0,00053	0,00064

Расчет расхода воды в ручьях и реке, дренирующих Крестовские болота, показал, что вклад воды, проходящей через модельную болотную систему (включая внутриболотные водотоки и сток через торфяную залежь), составляет около 38,6%. Принимая во внимание, что эти ручьи и река в верхних течениях также принимали в себя воду из болот, располагающихся выше в горах, мы можем предполагать, что не менее чем 50% объемов воды в районе исследования проходит через болота.

В общем стоке с болотных массивов принимают участие как поверхностный сток, так и инфильтрация через торфяную залежь в пределах деятельного горизонта. В период исследования (окончание весенне-летнего паводка) абсолютно преобладал поверхностный сток воды с болот. Величина общего стока с болотных массивов, рассчитанная аналитическим методом, используя полученные показатели водопропускных способностей торфа, на период исследования составила 0,4 л/с. Гидрометрический способ расчета (непосредственным измерением стока во втекающих и вытекающих водотоках) показал сток с болот, равный 0,75 л/с. Существенные различия полученных величин можно объяснить следующим: 1) возможным поступлением в водотоки неучтенных объемов грунтовой воды и вод из дополнительных мелких водотоков; 2) кратковременностью периода исследований; 3) отсутствием каких-либо наработок по гидрологии болот в горах.

Исследования также показали, что торфяная залежь модельных болотных массивов подстилается глинистым водоупорным горизонтом, располагающимся на каменистой материнской породе. Уровень болотных вод на одном и том же массиве не постоянен и может сильно меняться не только от года к году, но и в течение одного месяца. В засушливые периоды мочажины горных болот могут полностью обсыхать, а глубина озерков уменьшаться. Переменно-влажные условия жизни растительных сообществ отражаются на их видовом составе. Наиболее четким индикатором таких условий является пухонос дернистый. В течение периода наблюдений, который был очень влажным, на болотном гидрологическом профиле уровень болотных вод испытывал незначительные колебания в пределах верхнего деятельного горизонта торфяной залежи (акротелма), показывая малую зависимость от количества осадков, что объясняется очень высокой степенью насыщения торфа водой. Напротив, уровень вод в шурфах, превышающих глубину залегания водоупорного слоя, изменялся очень сильно (от уровня болотной поверхности во время ливневых дождей до полного высыхания в дни без осадков).

Обсуждение

Болота являются сложными и многофункциональными экосистемами, поэтому попытки дать полную характеристику их ландшафтной роли обречены на неудачу. Довольно сложно описать весь химизм процессов, протекающих в болотах и связанных с их органической компонентой. Но, рассматривая болота как открытую гидрохимическую систему и применив модель "черного

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ящика", можно сравнить качество и количество втекающих и вытекающих вод. Особенно наглядно эта модель может быть продемонстрирована на примере горных болот, большинство из которых располагается на более или менее наклонных поверхностях и благодаря этому имеет явно выраженную сеть почти однонаправленных линий стекания. Учитывая особенности гидрологии торфяных болотных массивов, обусловливающие основной сток воды через верхний деятельный слой торфяной залежи и медленный водообмен в ее толще, можно предполагать, что химические вещества, в настоящее время попадающие в тело болота из атмосферы, депонируются в составе торфа в основном в верхних горизонтах. Это позволяет сравнить количество химически стабильных веществ в различных слоях торфяной залежи и ретроспективно оценить фильтрационную роль болот.

Фильтрующие способности торфяных горных болот неодинаково проявляются на разных участках массивов. Для краевых зон болот характерны сорбционные геохимические барьеры – участки, на которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация (Перельман, 1989) за счет встречи водного или газового потока с сорбентами. Сорбентом в данном случае является торф, содержащий "...обилие водорастворимых гумусовых соединений, которые способствуют образованию комплексных и внутрикомплексных соединений, способных к активной водной миграции. В то же время ...торф обладает весьма высокой сорбционной способностью по отношению к металлам и другим рассеянным элементам" (Добровольский, 1998, с.134). Торфяная залежь содержит значительное количество рассеянных элементов, выполняя роль глобального сорбента, регулирующего их содержание (Добровольский, 1983). В поглощении ионов преимущественно участвуют тонкодисперсные частицы, полуторные оксиды и гуминовые вещества, которые в больших концентрациях содержатся в болотной воде (Сапрыкин, 1984). До последнего времени сорбционные барьеры выделялись только при миграции в водных потоках. Изучение миграции поллютантов техногенного происхождения показало большую роль сорбционных барьеров в концентрации в ландшафтах загрязняющих веществ при аэрозольном переносе (Алексеенко, 1994, 2000). Большое значение при рассмотрении болотных ландшафтов как природных фильтров имеют также механический и глеевый геохимические барьеры, наряду с сорбционным присущие краевым частям массивов.

Еще одним фильтрующим элементом болот является микрорельеф. Чередование гряд, мочажин и озерков на наклонной поверхности массивов представляет собой своеобразную систему очистки вод поверхностного стока, обеспечивающую задержание нерастворимых частиц разных механических фракций. Размер осаждаемых частиц постепенно уменьшается от верхнего к нижнему краю массива.

Вынос химических элементов из почв с водосборной площади обусловливает высокую минерализацию болотных вод на низинных болотах (Добровольский, 1998). В горах процессы миграции элементов интенсифицированы за счет высокой динамики ландшафта, выражающейся в более активно (по сравнению с равнинами) протекающей денудации, обусловленной сильными перепадами климатических условий и большим количеством эродированных поверхностей при усиленных склоновых процессах. Горные болота, большинство из которых развивается на более или менее наклонных поверхностях, даже при наличии на них олиготрофной растительности (индицирующей обычно омбротрофный (верховой) тип болота) по сути своей не могут считаться геохимически автономными экосистемами в силу притока химических элементов с окружающих склонов. Именно за счет зависимости от биогеохимических процессов, происходящих на соседних участках, горные болота нужно рассматривать как геохимически подчиненные ландшафты по аналогии с переходными и низинными болотами равнин. Привносимые с окружающей территории химические вещества поглощаются болотными растениями и при их отмирании послойно аккумулируются в торфе. Таким образом, живая растительность также является важным компонентом, обусловливающим фильтрующие свойства болот.

Повышенное содержание тяжелых металлов, в частности свинца в верхних слоях залежей горных болот, вероятно, связано с производственной деятельностью человека. При этом большое значение имеет тенденция, отмеченная для большинства тяжёлых металлов, конденсироваться главным образом на поверхностях мелких пылевых частиц с высоким отношением площади поверхности к массе, что предполагает их высокую способность к миграции в составе аэрозольных выбросов (Тяжелые...,1986; Reimann et al., 2000). Горы Кузнецкого Алатау часто характеризуют как содержащие большое количество пород, насыщенных ртутью, за счет чего здесь распространены ртутные аномалии. Данный факт, однако, не может объяснить обнаруженное повышенное содержание ртути в верхних слоях торфяных залежей. Мы склонны рассматривать накопление этого металла в современных слоях торфа болот Кузнецкого Алатау в связи с привнесением его из атмосферы от техногенных источников. Некоторые исследователи считают, что максимум в профилях концентрации ртути в торфе (в частности, на Большом Васюганском болоте) отражает тенденции общемирового производства и потребления ртути, и связывают его с I и II Мировыми войнами (Головацкий, Антипов, 2001).

Болота регулируют речной сток. Результаты исследований показали, что ручьи и реки, имеющие на площади своих водосборных бассейнов даже небольшие торфяные болота, могут оказывать решающий эффект как на объемы стока, так и на химический состав вод в этих водотоках, что полностью согласуется с результа-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ми, приведенными в работах других исследователей (Yasuhara, Storrш 1992).

Механизм формирования стока на болоте определяется фильтрационными свойствами деятельного слоя. Для большинства болот наибольший контраст проницаемости влаги в торфяной залежи наблюдается между верхним деятельным слоем (акротелмом) и нижним инертным (катотелмом), достигающий 3–4 порядков величин (Ivanov, 1981) или, по другим источникам, от 1 до 8 порядков (Ingram, 1983). В отличие от равнинных болот, в гидрологическом режиме болот гор большое значение играет поверхностный сток, достигающий порой значительных величин.

Торфяные болота гор Кузнецкого Алатау, являясь природными фильтрами, резервуарами и источниками чистой воды, играют значительную роль в поддержании экологического равновесия Кузбасского региона, так как истоки всех более или менее крупных рек, стекающих по западному макросклону Кузнецкого Алатау и впадающих в реки регионального значения Томь и Чулым, связаны с болотами. В теле болот задерживается не только сносимый с вышележащих уровней гор денудационный материал, но и переносимые ветром отходы промышленных предприятий Кузбасского промышленного узла, собираемые со всей водосборной площади.

Первые полученные сведения о водорегулирующих и водоочищающих свойствах горных болот имеют большое значение для планирования дальнейших мероприятий по повышению экологической устойчивости природного комплекса Кузбасского региона и бассейна реки Томи в условиях сильного аэрозольного загрязнения в результате промышленной деятельности. Результаты исследования позволят обосновать меры по охране горных болот и дадут аргументы в пользу сохранения болотных массивов, находящихся вне охраняемых территорий.

Автор выражает глубокую признательность доктору географии Владимиру Блейтену, любезно предложившему безвозмездно провести анализы проб воды в руководимой им лаборатории физической географии Университета г. Утрехт (Нидерланды).

Автор благодарит Research Support Scheme of Open Society Support Foundation (Фонд Сороса) за финансовую поддержку исследования (grant № 1050/2000).

Литература

Алексеенко В.А. О закономерностях накопления химических элементов растениями // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Спецвыпуск. 1994. С. 82–87.

Бахнов В.К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. Новосибирск: Наука, 1986. 193 с.

Волкова И.И. Горные болота заповедника «Кузнецкий Алатау»: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2001.

Головацкий Ю.А., Антипов А.Б. Глубинные профили концентрации ртути в торфах Васюганского болота // Четвертое совещание по климато-экологическому мониторингу. Томск, 2001. С. 58–59.

Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983.

Доклад: Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 1998 году. Комитет по охране окружающей среды Кемеровской области. Кемерово, 1999.

Инишева Л.И., Строителев А.Д., Инишев Н.Г. Геохимические особенности вод верховых болот // Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. Вып. II. Томск, 2000. С. 132–138.

Львов Ю.А. Методика отбора и обработки торфа для выделения мелкодисперсной минеральной фракции // Вопросы метеоритики. Томск: ТГУ, 1976. С. 90–93.

Мульдияров Е.Я. Роль болотных ландшафтов в горных экосистемах заповедника «Кузнецкий Алатау» // Биоценотические исследования в заповеднике «Кузнецкий Алатау». Новосибирск, 1995. С. 42–46.

Мульдияров Е.Я., Лапшина Е.Д. К изучению болот Кузнецкого Алатау // Сибирский экологический журнал, 2000. № 5. С. 645–652.

Сапрыкин Ф.Я. Геохимия почв и охрана природы. Л.: Недра, 1984.

Тяжелые металлы в окружающей среде. Пущино, 1996.

Bleuten W. Hydrogeochemistry // Carbon storage and atmospheric exchange by West Siberian peatlands. FGUU Scientific Reports. Utrecht, 2001. P. 38–42.

Ingram H.A.P. Hydrology // Gore A.J.P. (ed.) Ecosystems of the world. Vol. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor, general studies. Amsterdam: Elsevier. P. 67–158.

Ivanov K.E. Water movement in mirelands. New York, Academic Press, 1981.

Reimann C., Banks D. and P. de Caritat Impacts of airborne contamination on regional soil and water quality: the Kola Peninsula, Russia // Environmental Science and Technology. 2000. Vol. 34, № 13. P. 2727–2732.

Yasuhara M., Storrш G. Baseflow production from partially peat-covered catchments, Jonsvanet, Mid-Norway // NGU Bull. 422. Trondcheim, 1992. P. 15–25.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

МОНИТОРИНГ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ТАЙГИ
(на примере Бакчарского массива Большого Васюганского болота)

*И.М. Гаджиев, *Н.П. Миронычева-Токарева, **Е.К. Паршина
* Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
**Томский государственный университет, г. Томск
argenta@issa.nsc.ru

Болота южной тайги представлены различными вариантами кустарничково-сфагновых олиготрофных, мезоолиготрофных и мезотрофных экосистем с *Pinus silvestris* (сосново-кустарничково-сфагновые растительные ассоциации), открытых грядово-мочажинных (ерниковые, кустарничково-сфагновые растительные ассоциации) и грядово-топяных (сосново-березово-кустарниковые сообщества на грядах), перемежающихся травяно-гипновыми обводненными комплексами растительности. Транссекты, пересекающие серии экосистем от грядового повышения к мочажине или топи, нами рассматриваются как микрокатены, охватывающие наиболее распространенные растительные ассоциации. Исследования проводились на болотах южных отрогов Васюганского массива и на пойменных топях р. Обь в пределах Томской области.

В течение вегетационного периода 1998, 1999, 2000 гг. изучалась динамика запасов живого и мертвого растительных веществ по фракциям. Определялась величина первичной продукции мхов, кустарничков и трав (зеленой части над поверхностью мхов, и корневых систем до глубины 30 см).

Экосистемы олиготрофного ряда располагаются по трансекту, проложенному через грядово-мочажинный комплекс.

Первая экосистема (гряда, или эллювиальная позиция) – кустарничково-сфагновое болото с сосной болотной (сомкнутость крон 0,1, высота деревьев от 0,5 до 3,0 м, диаметр стволиков от 3,0 до 12,0 см). Кустарничково-травяной ярус представляет собой микроассоциации с доминированием *Chamaedaphne calyculata* и *Ledum palustre* на кочках высотой от 50 до 80 см и *Eriophorum vaginatum* в межкочьях, единично встречаются *Andromeda polifolia*, *Rubus chamaemorus* и *Oxycoccus palustris* (проективное покрытие кустарничков и трав 40–50%). В моховом ярусе доминируют *Sphagnum fuscum* (п/п 60%), *Sph.magellanicum* (п/п 20%) – на кочках и *Sph.angustifolium* (п/п 50%) – в межкочьях. Кочки хорошо выражены и занимают 70% общей поверхности в пределах площадки 10 х 10 м.

Вторая экосистема (переходная зона, или транзитная позиция) – закочкаренные кустарничково-осоково-сфагновое болото с пушицей. Растительное сообщество двухъярусное. На кочках доминируют в кустарничково-травяном ярусе *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus microcarpus* и *Eriophorum vaginatum*. Единично встречается *Betula rotundifolia*. Высота кочек колеблется от 20 до 50 см, они занимают около 50% площади (100 м²). Проективное покрытие кустарничками и пушицей на кочках составило 60%. В межкочьях доминируют *Carex rostrata* и *Oxycoccus palustris* с проективным покрытием 40–50%. Моховой ярус на кочках представлен *Sph.fuscum* (30%), *Sph.magellanicum* (50%), *Sph.angustifolium* (20%); в межкочьях – *Sph.balticum* (50%), *Sph.majus* (35%), *Sph.angustifolium* (15%).

Третья экосистема (аккумулятивная позиция) представляет собой мочажину с хорошо выраженным травяным ярусом. Доминируют *Carex rostrata*, *C. limosa* и *Menyanthes trifoliata*. Куртинами расположены сообщества с *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium* и *Phragmites communis*. Из кустарничков в доминанты выходит *Oxycoccus microcarpus*; единично встречаются вересковые *C. hordorrhiza*, *Rhynchosphora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera rotundifolia*. Моховой ярус представлен *Sph.fallax*, *Sph.majus*, *Sph.balticus*, *Sph.jensenii*.

Экосистемы евтрофного ряда образуют микрокатены с сосново-еловым лесом на элювиальной позиции и гипновой топью – на аккумулятивной. Длина их составляет 500–700 м. Транзитные позиции заняты кустарниковыми зарослями из *Betula pendula* и *Salix rosmarinifolia*.

Элювиальная позиция исследуемой микрокатены представляет собой гряду шириной 5–7 м и длиной 250–300 м, расположенную параллельно течению реки с превышением над уровнем гипновой топи 50–80 см. Растительное сообщество многоярусное. Древесный ярус образован *Pinus silvestris*, *Picea obovata*, *Betula pendula*, сомкнутость крон достигает 0,1, кустарниковый ярус формируют *Lonicera altaica*, *Ribes hispidulus*, *Ribes nigrum* (20% от общего проективного покрытия, высота – 1,0–1,2 м). Кустарнички *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis idaea*, *Oxycoccus palustris* занимают 30% исследуемой площади, высота яруса – 50 см. Травяной ярус образуют болотные травы – *Comarum palustre*, *Rubus arcticus*, *Galium uliginosum*, *Cicuta virosa* , а также таежное разнотравье – *Maiantemum bifolium*, *Moehringia laterifolia*, *Pyrola rotundifolia*, *Poa palustris*.

Транзитная экосистема образована кустарниковыми зарослями из *Betula nana* и *Salix rosmarinifolia*, вы-

Работа выполнена при финансовой поддержке INTAS (проект № 99-1718) и интеграционного проекта СО РАН № 73.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сотой 1,5–2,0 м с проективным покрытием 35–40%. Травяной ярус образуют *Carex lasiocarpa*, *Thelypteris palustris*, *Menyanthes trifoliata* (50–65%). Моховой ярус состоит из зеленых мхов – *Hylodium blandovii* и *Aulacomium palustris*.

Аккумулятивная система микрокатены представляет собой травяно-моховое двухъярусное растительное сообщество с доминированием в верхнем ярусе *Carex caespitosa*, *Menyanthes trifoliata*. Единично встречаются *Cicuta virosa* и *Equisetum fluviatile*. Подушки зеленых мхов образуют полигоны 20 х 30 и 35 х 42 см.

Общие запасы живого и мертвого растительного вещества на первой катене в среднем составляют 11 т/га и колеблются в течение сезона вегетации с увеличением от весны к осени и между годами в каждом фитоценозе. Наибольшие колебания были отмечены на элювиальной позиции. Количество фитомассы в ней увеличилось в 1,6 раз за три года и составило 7,9 т/га. Увеличение произошло за счет отмирания и уплотнения отмершей массы сфагновых мхов по всей глубине слоя в связи с изменением гидрологического режима, вызванного как малым количеством осадков в течение вегетационного периода 2000 г., так и противопожарными мероприятиями в 1999 г., когда сухая погода способствовала увеличению количества живого растительного вещества во всех исследуемых экосистемах (таблица) в 2 раза. Живое растительное вещество внутри моховой подушки представлено корнями кустарничков и трав различного возраста. Количество их убывает с глубиной постепенно.

Наиболее динамично изменяется живая масса кустарничков. В первой экосистеме их количество на кочках равнялось 2,3–2,5 т/га, а в межкочьях в 2 раза меньше, мертвые корни и отмершие многолетние части составили 1/3 часть от общего количества, в межкочьях же это соотношение составило 1:2. На второй точке соотношение живых и мертвых частей сохраняет ту же тенденцию. Мочажина содержит наименьшее количество кустарничков и имеет свой ритм роста и отмирания.

Образование первичной продукции цветковых растений и мхов в течение вегетационного периода имеет два пика – весной и осенью. Основной вклад в продукцию вносит моховой ярус – от 70% в первой экосистеме до 50% в третьей. Наибольший прирост кустарничков пришелся на 1999 г. во всех исследуемых экосистемах.

Запасы растительного вещества на микрокатене евтрофного болота распределены неравномерно: наибольшие отмечены на транзитной позиции (12,5 т/га), наименьшие – на аккумулятивной (6,8 т/га). Растительное вещество на элювиальной позиции подсчитано без учета древесного яруса.

Запасы зеленых мхов колеблются в течение сезона от 5,1 до 5,8 т/га и составляют в среднем 5,4 т/га. Резкое уменьшение их количества (3,8 т/га) в 2000 г. связано с большой обводненностью поймы, что вызвало затопление полигонов с моховыми подушками.

Наиболее благоприятным для развития растительности евтрофного болота явился 1999 г. Общее количество фотосинтезирующей массы составило в среднем по всем позициям катены 7,9 т/га, что в 2 раза превышает среднемноголетние запасы.

Первичная продукция на всех позициях катены имеет однонаправленный тренд от весны к осени. Основной составляющей первичной продукции транзитной и аккумулятивной позиций является фракция мхов, а на элювиальной – травы и кустарники.

Анализируя вышеизложенное, можно сделать следующий вывод: все исследуемые болотные экосистемы имеют один ритм развития и достаточно инерционны. Количество первичной продукции зависит как от состава растительных сообществ, так и от погодных условий текущего года. Общие запасы растительного вещества уменьшаются вниз по катене, а процентное соотношение фракций живых корней и фотосинтзирующей массы увеличивается от элювиальной позиции к аккумулятивной.

Запасы растительного вещества на олиготрофной катене, т/га

Слой	Параметры	1998 г.	1999 г.	2000 г.	Среднее
0–10	R+G	4,17	9,50	6,13	6,60
	V	6,72	5,97	8,94	7,21
10–20	R	3,12	4,83	4,35	4,10
	V	12,42	13,09	19,89	15,13
20–30	R	2,51	4,03	4,29	3,61
	V	30,54	25,89	27,14	27,86
30–40	R	2,17	2,69	2,88	2,58
	V	43,68	41,84	40,97	42,16
0–20	R+G	7,34	14,33	12,56	11,41
	V	19,20	19,06	28,83	22,36
0–30	R+G	9,85	18,36	16,86	15,02
	V	49,74	44,95	55,97	50,22
0–40	R+G	12,02	21,05	19,74	17,60
	V	93,42	86,79	96,94	92,38
0–20	R+G+V	26,54	33,39	41,39	33,77
0–30	R+G+V	59,59	63,31	72,83	65,24
0–40	R+G+V	105,44	107,84	116,68	109,99
0–40	R+G/V	0,13	0,24	0,2	0,19

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ГРУПП ВИДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТ КАРЕЛИИ

О.Л. Кузнецов
Институт биологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск
spok@onego.ru

Исследователи растительности при анализе видового состава различных сообществ давно выделяют определенные группы видов, сходных по своим требованиям к среде, являющихся лучшими индикаторами определенных условий, чем отдельные виды, даже доминирующие. Такие группы видов выделялись многими исследователями под различными названиями: экологические группы (Шенников,1941; Раменский и др., 1956; Лопатин, 1983), синузии (Алехин, 1938; Лавренко, 1940 и др.), свиты (Ниценко, 1969), биоэкогруппы (Сабуров, 1972), группы индикаторных видов (Федорчук, Дыренков, 1975; Нешатаев, 1987), эколого-ценотические (ЭЦГ) группы (Василевич, 1985, Оценка..., 2000 и др.) и использовались как для целей классификаций сообществ, так и геоботанической индикации. Термин ЭЦГ используется значительно чаще и лучше отражает их суть. Выделение ЭЦГ видов проводится как эмпирически, так и различными статистическими методами, а также по экологическим шкалам (Раменский и др., 1956; Цыганов, 1976; Ellenberg, 1974). Любые ЭЦГ имеют редукционистскую природу, так как выделяются для практических целей и условны. Условность ЭЦГ тем выше, чем большее число факторов использовано для оценки экологии видов, поэтому их выделение целесообразно по одному-двум факторам. Ограничением использования ЭЦГ является и то, что в разных географических областях экология видов меняется, а также меняется их индикаторное значение, отсюда они являются региональными. Состав ЭЦГ принимается автором какого-то исследования постоянным и не меняется, что отличает их от групп диагностических (характерных) видов, выделяемых при синтаксономическом анализе фитоценонов в эколого-флористических классификациях растительности. В состав ЭЦГ большинство исследователей не включают древесные и кустарниковые породы, так как они не являются чувствительными индикаторами. Большинство древесных растений сочетаются с разнообразными ЭЦГ напочвенного покрова в широком спектре сообществ.

ЭЦГ видов сосудистых растений и мхов широко используются в болотоведении для выделения типов болот, болотных участков (фаций), классификации их растительности и торфов (Тюремнов, 1949; Лопатин, 1949, 1954, 1983; Львов, 1974; Лапшина, 1986; Eurola et al., 1984, 1994; Moen, 1985; Galten, 1987). Важнейшими экологическими факторами на болотах являются условия увлажнения и трофность местообитаний, их признаки и лежат в основе выделения ЭЦГ болотных растений.

Для разработки тополого-экологической классификации растительности болот Карелии (Кузнецов, 2000) нами предварительно эмпирически были выделены 18 ЭЦГ видов (Кузнецов,1991), включающих около 300 видов сосудистых растений (кроме деревьев), мхов и лишайников. Наша тополого-экологическая классификация растительности включает 53 ассоциации, относящиеся к 4 классам, выделенным по трофности. В пределах каждого класса выделены группы ассоциаций по степени увлажнения местообитаний: облесенные с переменным режимом увлажнения, кочковые, ковровые и мочажинные (топяные). Ассоциации выделяются по участию и соотношению видов разных ЭЦГ, для их наименования используются названия 2–3 доминирующих или диагностических видов из разных ярусов сообществ, которые пишутся через дефис (*Chamaedaphne calyculata-Sphagnum fuscum, Betula pubescens-Carex lasiocarpa -Sphagnum angustifolium).* При этом для каждой ассоциации выделены диагностические виды (от 3 до 7–8), которые позволяют получить достаточно полное представление о ее составе и структуре. В большинстве ассоциаций выделены субассоциации по доминантам мохового яруса или варианты по доминантам травяного яруса.

При отнесении вида к той или иной группе учитывались его преимущественная приуроченность к типу местообитания по уровню трофности (от омбротрофного до евтрофного) и степени увлажнения (от облесенных участков с переменным увлажнением до топких мочажин), максимальная фитоценотическая роль в составе сообществ, а также примеры выделения таких групп другими исследователями болот на северо-западе России (Лопатин,1983) и в скандинавских странах (Havas, 1961; Eurola et al.,1984; Galten,1987). Трофические условия вслед за скандинавскими авторами (Du Rietz, 1954; Eurola et all., 1984; Moen, 1990; Palhsson, 1994) разделяются нами на омбротрофные и минеротрофные, а внутри последних выделяются олиго-, мезо- и евтрофные, поэтому синонимом наших олиготрофных местообитаний являются мезоолиготрофные и частично мезотрофные (Тюремнов, 1949; Лопатин, 1972; Пьявченко, 1972). При этом отнесение целого ряда эвритопных видов (*Andromeda polifolia, Oxycoccus palustris, Carex lasiocarpa, C. limosa, C. rostrata, Baeothryon cespitosum, Menyanthes trifoliata, Sphagnum angustifolium и др.)* к конкретным ЭЦГ довольно условно. Эти ЭЦГ использовались для сортировки геоботанических описаний и выделения предварительных фитоценонов, а затем так-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

же для определения их синтаксономического статуса и характеристики. При обработке таблиц описаний эмпирическими и статистическими методами, анализе состава выделенных синтаксонов (ассоциаций, субассоциаций и вариантов) проводилось также уточнение состава и количества ЭЦГ.

В настоящее время выделены и используются для характеристики синтаксонов тополого-экологической классификации растительности болот Карелии 12 ЭЦГ. Каждая группа имеет свой номер и названа по одному из наиболее типичных для нее видов. Некоторые группы довольно обширные по числу видов и спектру их местообитаний и в дальнейшем могут быть разделены на подгруппы. Степени сопряженности видов внутри групп различны, так как в их состав включены и редкие виды, приуроченные преимущественно к данным экотопам. Эти довольно узкие ЭЦГ нельзя автоматически использовать при анализе других типов растительности (луговой, водной, лесной), хотя они и включают ряд видов, встречающихся в тех сообществах. Для анализа экологической структуры сообществ разных типов растительности наиболее применимы свиты, выделенные А.А. Ниценко (1969). Лесные и луговые виды на болотах находятся в крайних условиях их реализованной экологической ниши и сопряжены совершенно с другими видами, чем в их фитоценотическом оптимуме. Так, на евтрофных ключевых болотах луговые виды (*Festuca rubra, Nardus stricta, Poa pratensis*) растут вместе с *Carex appropinquata, Equisetum palustre, Saxifraga hirculus, Paludella squarrosa*. Типично лесные виды (*Juniperus communis, Convallaria majalis, Solidago virgaurea, Trientalis europaea*) растут на приствольных сфагновых кочках евтрофных облесенных болот с различными осоками и болотным разнотравьем. Данные ЭЦГ болотных растений могут успешно использоваться для анализа структуры и классификации растительности болот обширных регионов таежной зоны Евразии при условии уточнения их видового состава на основе флоры региона и особенностей экологии отдельных видов в нем.

Ниже приводим их состав и краткую характеристику.

1. Группа Ledum palustre: *Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Carex globularis, Melampyrum pratense, Sphagnum capillifolium*. ЭЦГ характерна для сообществ омбротрофных и олиготрофных болотных редколесий с сосной, приуроченных обычно к мелкозалежным окрайкам болот и хорошо дифференцирует их от кустарничково-сфагновых омбротрофных кочковых сообществ.

2. Группа Empetrum nigrum: *Empetrum nigrum* (включая *E. hermaphroditum*), *Calluna vulgaris, Oxycoccus microcarpus, Rubus chamaemorus, Drosera rotundifolia, Sphagnum fuscum, Polytrichum strictum, Dicranum bergeri, Mylia anomala, Cladina arbuscula, C. stellaris, C. stygia, C. rangiferina, Cladonia* (ряд столбчатых видов, растущих на болотах Прибеломорья), *Cetraria islandica*. ЭЦГ объединяет виды, характерные для высоких кочек омбротрофных болот (УГВ в летний период – 25–40 см), на которых торфонакопление замедлено или прекратилось. В ней можно выделить подгруппу вереска с лишайниками, которая хорошо индицирует дистрофные условия и прекращение аккумуляции торфа.

3. Группа Chamaedaphne calyculata: *Chamaedaphne calyculata, Andromeda polifolia, Betula nana, Oxycoccus palustris, Eriophorum vaginatum, Carex pauciflora, Sphagnum angustifolium, S. magellanicum*. Виды этой ЭЦГ обильны на низких кочках и коврах омбротрофных болот (УГВ –15–30 см) и хорошо дифференцируют их сообщества своим доминированием, однако все они имеют широкую экологическую амплитуду и встречаются также во многих минеротрофных сообществах, однако с меньшим постоянством и обилием.

4. Группа Scheuchzeria palustris: *Scheuchzeria palustris, Carex limosa, C. rariflora, Baeothryon cespitosum, Rhynchospora alba, Drosera anglica, Sphagnum balticum, S. majus., S. lindbergii, S. cuspidatum, S. compactum, S. tenellum, S. rubellum, Warnstofia fluitans, Hepaticae (Cladopodiella fluitans, Gymnocolea inflata* и др.). Группа характерна для сообществ сильно обводненных застойных мочажин омбротрофных и олиготрофных болот. Сосудистые растения этой ЭЦГ встречаются и в более богатых местообитаниях в сочетании с другими видами мхов и трав.

5. Группа Carex lasiocarpa: *Carex lasiocarpa, C. rostrata, Sphagnum fallax, S. flexuosum, S. papillosum, S. pulchrum, S. jensenii*. Виды этой группы образуют сообщества низких гряд и ковров (УГВ – 5–20 см) в олиготрофных условиях. Такие условия приняты В.Д. Лопатиным (1983) за центр системы координат для построения эколого-фитоценотических рядов болотных сообществ и экологических шкал видов и считаются у русских болотоведов мезотрофными. *Carex lasiocarpa* и *C. rostrata* имеют широкие экологические амплитуды и входят также во многие сообщества с более высокой трофностью и степенью увлажнения и часто выступают в них эдификаторами или доминантами в сочетании с видами из других ЭЦГ.

6. Группа Baeothryon alpinum: *Salix rosmarinifolia, Molinia caerulea, Baeothryon alpinum, Eriophorum latifolium, Carex capitata, C. dioica, C. flava, C. panicea, Equisetum palustre, Dactylorhiza incarnata, D. traunsteineri, Potentilla erecta, Bartsia alpina, Saussurea alpina, Solidago virgaurea, Tofieldia pusilla, Huperzia apressa, Selaginella selaginoides, Sphagnum warnstorfii, S. teres, S. subfulvum, S. centrale, Aulacomnium palustre, Campylium stellatum, Tomentypnum nitens*. Виды этой ЭЦГ образуют сообщества низких кочек и ковров в мезоевтрофных и евтрофных условиях низких кочек и ковров, а также индицируют выходы богатых грунтовых вод вместе с 11 ЭЦГ.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

7. Группа Carex livida: *Carex livida, C. laxa, C. bergrothii, Eleocharis quinqueflora, Rhynchospora fusca, Juncus stygius, Hammarbya paludosa, Utricularia minor, Sphagnum subsecundum, S. contortum, S. plathyphyllum, Limprichtia revolvens, Loeshypnum badium, Scorpidium scorpioides, Pseudocalliergon trifarium, Warnstorfia exannulata, Cynclidium stygium.* Группа характерна для сообществ мезоевтрофных и евтрофных мочажин и транзитных топей без аллювиального влияния.

8. Группа Menyanthes trifoliata: *Menyanthes trifoliata, Eriophorum gracile, E. polystachion, Rhynchospora fusca, Carex chordorrhiza, Equisetum fluviatile, Pedicularis palustris, Utricularia intermedia.* Виды этой ЭЦГ имеют широкие фитоценотические амплитуды и встречаются в большом спектре сообществ. В сочетании с видами из 4 и 5 ЭЦГ они входят в состав ассоциаций олиготрофных и мезоолиготрофных ковров и мочажин, с видами из 7, 9, 10 ЭЦГ образуют мезотрофные и евтрофные открытые топяные и облесенные сообщества.

9. Группа Calla palustris: *Salix myrtilloides, Frangula alnus, Calla palustris, Thelypteris palustris, Phragmites australis, Calamagrostis canescens, Carex cinerea, C. elongata, C. disperma, C. paupercula, C. rhynchophysa, Scirpus sylvaticus, Caltha palustris, Filipendula ulmaria, Lycopus europaeus, Crepis paludosa, Petasites frigidus, Viola palustris, V.epipsila, Sphagnum sguarrosum, Calliergon cordifolium, C.giganteum, Calliergonella cuspidata, Rhizomnium punctatum, Pseudobryum cinclidioides, Climacium dendroides.* ЭЦГ включает виды, характерные для мезотрофных и мезоевтрофных облесенных сообществ с обильным увлажнением, довольно бедными и мягкими грунтовыми водами и хорошей проточностью, что характерно для Карелии в связи с распространением на большей части ее территории кислых коренных пород и бедных подзолистых почв на моренных и озерных отложениях. Существование древесно-травяных мезоевтрофных болотных сообществ обеспечивается в первую очередь за счет хорошей проточности их экотопов.

10. Группа Carex acuta: *Salix cinerea, S. lapponum, S. pentandra, S. phylicifolia, Calamagrostis neglecta, Agrostis canina, Carex acuta, C. aquatilis, C. cespitosa, C. diandra, C. nigra, C. omskiana, C. vesicaria, Juncus filiformis, Iris pseudacorus, Comarum palustre, Ranunculus lingua, Lysimachia vulgaris, Naumburgia thyrsiflora, Lathyrus palustris, Lythrum salicaria, Stellaria palustris, Thyselium palustre, Galium palustre, G.uliginosum, Cirsium palustre, Sphagnum fimbriatum, S. obtusum, S. riparium, Hamatocaulis vernicosus, Hypnum lindbergii.* Виды этой ЭЦГ индицируют прибрежные мезотрофные и мезоевтрофные топяные местообитания, ежегодно заливаемые на довольно длительное время, что приводит к заилению их торфяных отложений и высокой зольности. Такие ассоциации хорошо диагностируются данной ЭЦГ, в других группах ассоциаций эта группа почти не представлена.

11. Группа Saxifraga hirculus: *Salix myrsinites, Equisetum variegatum, Saxifraga hirculus, Festuca rubra, Poa alpigena, P. pratensis, Carex appropinquata, C.capillaris, Schoenus ferrugineus, Epilobium hornemanni, E. palustre, E. alsinifolium, E. davuricum, Stellaria crassifolia, Bistorta major, Rumex acetosa, Parnassia palustris, Epipactis palustris, Listera ovata, Montia fontana, Cardamine dentata, Pedicularis sceptrum-carolinum, Bryum pseudotriquetrum, B. weigelii, Cratoneuron spp., Helodium blandowii, Limprichtia cossonii, Meesia triquetra, Paludella squarrosa, Philonotis spp., Rhyzomnium pseudopunctatum, Sarmentypnum sarmentosum.* ЭЦГ включает виды мезоевтрофных и евтрофных ключевых сообществ, развитые непосредственно на выходах напорных вод и вдоль полос их стока. Некоторые виды этой группы встречаются также в евтрофных травяно-моховых ассоциациях кочек и ковров.

12. Группа лесных видов: *Alnus incana, Sorbus aucuparia, Padus avium, Lonicera pallasii, Rosa majalis, Juniperus communis, Daphne mezereum, Equisetum sylvaticum, E. pratense, Dryoptheris cartusiana, Gymnocarpium dryopteris, Convallaria majalis, Dactylorhiza maculata, Paris quadrifolia, Rubus arcticus, R.saxatilis, Angelica sylvestris, Geranium sylvaticum, Linnaea borealis, Maianthemum bifolium, Oxalis acetosella, Orthilia secunda, Pyrola minor, P. rotundifolia, Trientalis europaea, Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Sphagnum girgensohnii, S. russowii, S. wulfianum, Dicranum spp., Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Polytrichum commune* и некоторые другие виды. Группа включает большое количество видов, характерных для лесов разных типов, и встречающихся на болотах в основном в облесенных сообществах, чаще всего на приствольных кочках. Роль большинства из них в растительном покрове этих сообществ незначительна, и они находятся в них на границах своих фитоценотических амплитуд и занимают другие экологические ниши, чем в автоморфных лесах. Лесные виды индицируют здесь переменность водного режима и динамические связи болот и лесов. Группа по экологии видов неоднородна, ее можно разделить еще на 2–3. Для классификаций растительности лесов используются более мелкие ЭЦГ (Сабуров, 1972; Федорчук, Дыренков, 1975), хорошо индицирующие экологические особенности разных типов леса.

Присутствие в геоботаническом описании нескольких видов из той или иной ЭЦГ уже позволяет отнести его к определенному фитоценону, статус которого определяется позднее по совокупности описаний. Отсутствие тех или иных ЭЦГ в фитоценонах является также важным синтаксономическим признаком. Участие и роль ЭЦГ болотных растений Карелии в составе выделенных нами ассоциаций приведено в таблице. Данные таблицы свидетельствуют, что большинство ассоциаций имеют по 2–3 диагностирующих ЭЦГ видов, участие других ЭЦГ значительно слабее.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Участие ЭЦГ видов (1–12) в составе ассоциаций растительности болот Карелии

Название ассоциации	Дер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pinus sylvestris-Ledum palustre-Sphagnum angustifolium	+++	+++	++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Pinus sylvestris-Chamaedaphne calyculata -Sphagnum angustifolium	+++	+	++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chamaedaphne calyculata-Sphagnum fuscum	+	+	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chamaedaphne calyculata-Sphagnum angustifolium	+	-	+	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calluna vulgaris-Cladina spp.	+	+	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eriophorum vaginatum-Sphagnum balticum	-	-	+	++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
Baeothryon cespitosum-Sphagnum balticum	-	-	-	++	+++	+	-	-	-	-	-	-	
Scheuchzeria palustris-Sphagnum majus	-	-	-	+	+++	++	-	-	-	-	-	-	-
Rhynchospora alba-Sphagnum majus	-	-	-	+	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
Scheuchzeria palustris-Hepaticae	-	-	-	+	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
Scheuchzeria palustris-Carex limosa	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus sylvestris-Carex lasiocarpa-Sphagnum angustifolium	+++	+	-	+++	-	++	+	-	+	-	+	-	+
Betula pubescens-Carex lasiocarpa-Sphagnum angustifolium	+++	-	-	+++	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Carex lasiocarpa-Sphagnum fuscum	+	+	+++	+++	-	+	+	-	+	-	-	-	+
Molinia caerulea-Calluna vulgaris-Sphagnum papillosum	+	-	++	++	+	+++	+++	-	+	-	-	-	-
Carex lasiocarpa-Sphagnum fallax	+	-	+	+++	-	+++	+	-	++	+	-	-	-
Carex rostrata-Sphagnum fallax	-	-	+	+++	+	+++	-	-	+	-	-	-	-
Carex lasiocarpa-Scheuchzeria palustris-Sphagnum balticum	-	-	-	++	+++	+++	-	-	+	-	-	-	-
Carex rostrata -Scheuchzeria palustris-Sphagnum majus	-	-	-	++	+++	+++	-	-	+	-	-	-	-
Rhynchospora alba-Menyanthes trifoliate-Sphagnum papillosum	-	-	-	+	+++	+++	-	-	++	-	-	-	-
Название ассоциации	Дер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alnus glutinosa-Calla palustris	+++	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+++	-	+++
Picea abies-Calamagrostis canescens	+++	-	-	+	-	-	++	-	++	+	+++	-	+++
Pinus sylvestris-Calamagrostis canescens	+++	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+++	-	++
Betula pubescens-Calamagrostis canescens	+++	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+++	-	++
Eriophorum polystachion-Carex limosa	-	-	-	-	+++	+	-	+	+++	-	-	-	-
Carex rostrata-Menyanthes trifoliata	-	-	-	-	+	+++	-	-	+++	-	-	-	-
Phragmites australis-M. trifoliata	-	-	-	-	+	+++	-	-	+++	-	+++	-	-
Equisetum fluviatile-M. trifoliata	-	-	-	-	+	++	-	-	+++	++	-	-	-
Rhynchospora fusca-Drosera anglica	-	-	-	-	+++	+	-	+++	++	-	+	-	-
Carex chordorrhiza-Menyanthes trifoliata	-	-	-	+	+	+	-	-	+++	-	-	-	-
Carex lasiocarpa-Menyanthes trifoliata	-	-	-	-	+	+++	-	+	+++	+++	-	-	-
Carex limosa-Menyanthes trifoliata	-	-	-	-	+++	+	-	+	+++	+	-	-	-
Carex acuta-Comarum palustre	-	-	-	-	-	+	-	+	+++	+++	-	-	-
Carex omskiana-Comarum palustre	-	-	-	-	-	+	-	-	++	+++	-	-	-
Carex cespitosa-Comarum palustre	-	-	-	-	-	-	+	++	+	+++	+	-	-
Carex diandra-Comarum palustre	-	-	0	0	+	+	-	-	+++	+++	++	-	-
Calamagrostis neglecta-Carex nigra	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+++	+	-	-
Menyanthes trifoliate-Calamagrostis canescens	-	-	-	+	+	+	+	+	+++	++	+	-	-
Comarum palustre-Cicuta virosa	-	-	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	-
Pinus sylvestris-Sphagnum warnstorfii	+++	+	-	++	-	+	+++	-	+	+	++	-	+++
Picea abies-Sphagnum warnstorfii	+++	+	+	+	-	-	+++	-	+	+	+++	-	+++
Betula pubescens-Sphagnum warnstorfii	+++	-	-	+	-	+	+++	-	++	+	++	-	++
Equisetum palustre-S. warnstorfii	+	-	+	+++	-	+	+++	-	+	-	+	+	+
Molinia caerulea-S. warnstorfii	+	-	+	+++	+	+	+++	-	++	+	+	+	+
Carex lasiocarpa-S. warnstorfii	-	-	+	+++	-	+	+++	-	+++	+	+	-	-
Carex lasiocarpa-Campylium stellatum	-	-	-	+	++	+++	+++	-	++	+	-	++	-
Schoenus ferrugineus-C. stellatum	-	-	-	+	-	+	+++	+	++	-	-	++	-
Carex flava-Limprichtia cossonii	-	-	-	-	-	-	+++	-	+	-	-	++	-
Carex lasiocarpa-Scorpidium scorpioides	-	-	-	-	++	+++	-	+++	+++	-	+	-	-
Carex limosa-Scorpidium scorpioides	-	-	-	-	+++	++	-	+++	+++	-	+	-	-
Carex livida-Scorpidium scorpioides	-	-	-	-	++	++	-	+++	+++	-	-	-	-

Примечание. +++ – ЭЦГ диагностирует ассоциацию, включает несколько средне- и высококонстантных (III–V кл.) , а также диагностических и доминантных видов; ++ – ЭЦГ представлена несколькими средне- и высококонстантными видами, из них 1–2 диагностические или доминанты; + – ЭЦГ представлена 1–3 средне- и высококонстантными видами; (–) – константных видов данной ЭЦГ нет; Дер – древесный ярус.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Литература

Алехин В.В. Классификационные схемы растительности. Сов. Бот. N 3. 1938.

Василевич В.И. Классификация сероольшатников северо-запада европейской части РСФСР // Ботан. журн. 1985. Т. 70, N 6.

Кузнецов О.Л. . Эколого-флористическая классификация сфагновых сообществ болот // Методы исследований болотных экосистем таежной зоны. Л.,1991.

Кузнецов О.Л. Топо-экологическая классификация растительности болот Карелии // Динамика болотных экосистем северной Евразии в голоцене. Петрозаводск, 2000.

Лавренко Е.М. Степи СССР // Растительность СССР. М.; Л., 1940.

Лапшина Е.Д. Использование экологических шкал для оценки и прогноза хозяйственной ценности природных угодий // Пути рационального использования почвенных, растительных и животных ресурсов Сибири. Томск, 1986.

Лопатин В.Д. Очерк растительности Гладкого болота // Уч. Зап. ЛГУ. 1949. Сер. Геогр. Наук. Вып. 5, № 104.

Лопатин В.Д. Гладкое болото (Торфяная залежь и болотные фации) // Уч. Зап. ЛГУ. 1954. Сер. Геогр. Наук. Вып. 9, № 166.

Лопатин В.Д. Принципы установления границ переходных болот по растительному покрову и задачи дальнейших исследований по диагностике типов болот по растительности // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. Л., 1972.

Лопатин В.Д. Экологические ряды растительности болот // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск, 1983.

Львов Ю.А. Методические материалы к типологии и классификации болот Томской области // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л., 1974.

Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 1987.

Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботан. журн. 1969. Т. 54, № 7.

Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М., 2000.

Пьявченко Н.И. О типах болот и торфа в болотоведении // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. Л., 1972.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956.

Сабуров Д.Н. Леса Пинеги. Л., 1972.

Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения и их разведка. Изд. 2-е , перераб. М.; Л., 1949.

Федорчук В.Н., Дыренков С.А. Выделение и распознавание типов леса. Методические указания. Л., 1975.

Цыганов. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. М., 1976.

Шенников А.П. Луговедение. Л., 1941.

Du Rietz G.E. Die Mineralbodonwasserzeigergrenze als Grundlage einer naturlichen Zweigliederung der nord- und mitteleuropaischen Moore // Vegetatio, 1954. V. 5–6.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1972.

Eurola S., S.Hicks, E. Kaakinen. Key to Finnish mire types // European mires. London, 1984.

Eurola S., A. Huttunen, K. Kukko-oja. Suokasvillisuuopas // Oulanka Reports, 1994. № 13.

Havas P. Vegetation und Okologie der ostfinnischen Hangmoore // Ann. Bot. Soc. "Vanamo", 1961. B. 31, № 2.

Galten L. Numerical analysis of mire vegetation at Asenmyra, Engerdal, central southern Norway and comparison with traditional Fennoscandian paludiecology // Nord. J. Bot. 1987. № 7.

Moen A. Classification of mires for conservation purposes in Norway // Aquilo, 1985. Ser. Botanica, T. 21.

Moen A. The plant cover of the boreal uplands of central Norway. 1. Vegetation ecology of Solendet Nature Reserve, haymaking fens and birch woodlands // Gunneria, 1990. V. 63.

Pahlsson L. (ed.). Vegetationtyper i Norden. Tema Nord, 1994.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ГЕНЕЗИС ЭВТРОФНЫХ ЛЕСНЫХ БОЛОТ КАРЕЛИИ

С.А. Кутенков
Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск
effort@krc.karelia.ru

На долю заболоченных лесов и лесных болот в Карелии приходится 1,83 млн га, что составляет около 10% от общей площади республики (Пьявченко и др., 1980). Данные сообщества являют собой отражение двух основных современных ландшафтообразующих процессов на территории республики: лесо- и болотообразования. В особенности это относится к эвтрофным сообществам, характеризующимся большим набором лесных видов, высоким сомкнутым древостоем, но, тем не менее, отлагающим торф. Пограничное состояние таких сообществ, однако, является достаточно устойчивым в масштабе сотен лет. Пути возникновения, механизмы поддержания устойчивости, их возможные дальнейшие изменения представляют несомненный научный и практический интерес. Целью данной работы является изучение возникновения и развития современных заболоченных лесов и лесных болот на основе подробной стратиграфии их торфяных отложений.

Исследования проводились в 1998–2001 гг. на территории заповедника «Кивач» и в районе д. Колатсельга. Обе территории находятся в подзоне средней тайги в денудационно-тектонических ландшафтах, с маломощным моренным покровом и преобладанием еловых лесов. Они характеризуются наличием значительного числа небольших эвтрофных и мезоэвтрофных открытых и облесенных болот.

Использование ботанического состава торфа является в настоящее время наиболее простым способом реконструкции состава и сукцессий торфоотлагающих сообществ. Вместе с тем полная реконструкция невозможна по двум причинам: во-первых, торфообразователями является лишь около четверти всех видов болотной флоры (Елина и др., 1984; Боч, Смагин, 1993), а во-вторых, отдельные виды различаются по устойчивости к разложению. Последнее подтверждается рядом экспериментальных работ (Шинкарева и др., 1973; Козловская и др., 1978). Скорость разложения в ряду сфагны, пушица, береза, ольха, таволга, хвощ, разнотравье возрастает в 7 раз.

В исследованных нами заболоченных лесах и лесных болотах выявлено 273 вида сосудистых растений и мхов, в то время как в образцах торфа из них встречаются около 30% . В связи с этим мы согласны с мнением Г.А. Елиной и соавторов (1984) о том, что «наиболее достоверно сравниваются группы торфа с типом растительности, а отдельные виды торфа – с формациями или классами ассоциаций». В большинстве случаев по составу растительных остатков в торфе можно выявить лишь приблизительную картину развития болотных сообществ. О сукцессиях в древесном ярусе можно судить только лишь по появлению или исчезновению остатков той или иной породы, а изменение соотношений между ними в торфе вполне может быть связано со случайностью произрастания и расположением вывалов деревьев в пределах участка. Нередко в верхних слоях торфа, подстилающего практически чистые ельники и чернольшаники, в большом количестве содержатся остатки сосны или березы.

Ботанический состав торфа заболоченных лесов и лесных болот указывает на то, что эти сообщества формировались, по крайней мере, тремя путями: в результате развития процесса торфообразования в лесном сообществе без непосредственного контакта с болотным массивом, при распространении болота на окружающие суходольные леса и в результате возникновения древесного яруса на открытом эвтрофном болоте. В последнем случае нередко имеются свидетельства существования озерной стадии, которая затем постепенно сменилась болотной.

Образование заболоченного леса как начальной стадии болотообразования на месте суходольного происходит при увеличении влажности верхнего слоя почвы в лесном сообществе. Как правило, это связано с возникновением ручья в результате неотектонических изменений, выклинивания грунтовых вод или является результатом начала стока воды с болотного массива. Эвтрофные и мезоэвтрофные заболоченные леса и лесные болота такого происхождения располагаются у подножий склонов, в депрессиях рельефа и ограничены довольно узкими ложбинами стока. Торфяная залежь неглубокая, 0,3–1,5 м, и достаточно однообразная по составу. Торф древесный, сильно разложен и имеет примесь минеральных частиц. Сообщества в течение всего развития испытывают проточный режим увлажнения и фактически не претерпевают сукцессий.

Наползание болота на окружающий суходольный лес является, пожалуй, самой частой причиной возникновения заболоченного леса. На такой путь генезиса указывает наличие непосредственной границы с открытым болотом. В случае эвтрофных болот заболачивание протекает по низинному типу, не наблюдается сильной экспансии сфагнов и пушицы, сукцессии протекают плавно. В нижних слоях торфа преобладают древесные остатки. Велико содержание осок (*Carex cespitosa*, *C. rostrata*). Если залежь глубокая (>1 м), то содержание древесных остатков постепенно снижается, появляются сфагновые мхи. В верхних слоях (0–40 см) содержится 10–25% остатков, характерных для таких сообществ травянистых растений (*Filipendula ulmaria*, *Calamagrostis*, папоротники и др.), что, впрочем, мож-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

но объяснить еще не завершенным процессом торфообразования в верхнем слое. Логично предположить, что эти растения присутствовали в течение всего процесса заболачивания, но не оставили следов в залежи.

Наиболее интересными для понимания генезиса лесных болот являются скважины, охватившие все этапы их формирования на месте некогда существовавшего озера. Торфяные залежи таких участков глубокие: 3,5–7 м и очень разнообразные по составу. Начальные этапы развития соответствуют озерному генезису открытых эвтрофных болот. Нижняя часть залежи отражает их озерную стадию, сложена сапропелем и сапропелевидными торфами с участием водных трав (*Typha*, *Potamogeton*, *Nuphar*, *Ceratophyllum*) и гипновых мхов (*Calliergon*, *Drepanocladus*, *Scorpidium*). Следом на отступающих и зарастающих озерах, как правило, развивались сфагновые (*Sphagnum teres*, *Sph. warnstorfii*, *Sph. sect. Subsecunda*) и тростниково-сфагновые сообщества. Древесный ярус в ряде случаев появлялся уже на следующей стадии развития болота, в остальных случаях на болоте сначала возрастала роль осок (*Carex cespitosa*, *C. rostrata*, *C. lasiocarpa*), вслед за чем уже происходило развитие древесного яруса. Слой древесного и древесно-осокового торфов на участках, развившихся таким путем, – 1–3 м. Массивы данного генезиса занимают на исследованной территории достаточно обширные понижения рельефа.

В качестве примера развития лесного болота по такому пути можно привести развитие березняка с елью разнотравно-сфагнового. Древостой сомкнутостью 0,3–0,4 с высотой деревьев 18–20 м и составом 7Б3Е+С. Микрорельеф развит, хотя уже по большей части представлен сфагновым (*Sphagnum angustifolium*, *S. warnstorfii*) ковром. Участок является частью крупного лесо-болотного массива, располагаясь в его генетическом центре, представленном достаточно узкой (20–30 м) ложбиной. С участком граничат мезотрофный кустарничково-сфагновый сосняк и березняк вейниково-сфагновый. Сосняк имеет слой торфа глубиной до 1 м. Нижний слой залежи в березняке представлен сапропелем и соответствует стадиям зарастающего озера (рис. 1; стадии 1 и 2), сменившегося эвтрофным травяно-сфагновым ценозом (стадия 3). Затем наступила четвертая, древесно-осоково-сфагновая стадия развития, роль сфагнов постепенно снижалась, и в торфе следующей стадии (стадия 5) не обнаруживается остатков сфагнов, что может указывать на очень благоприятный для лесообразования переменный режим увлажнения. Затем в сообществе вновь распространились сфагновые мхи, а также разнотравье (таволга, вейник и др.), роль осок снизилась (стадия 6).

В сообществах, существовавших на месте современных черноольшаников, *Alnus glutinosa* появляется одновременно или вскоре после развития древостоя из других пород. На всем протяжении существования данных сообществ в их состав входили ель и береза, на что указывает их постоянное присутствие в подстилающем древесном торфе. Отсутствие чистых черноольшаников на исследованной территории объясняется близостью к границе ее естественного распространения.

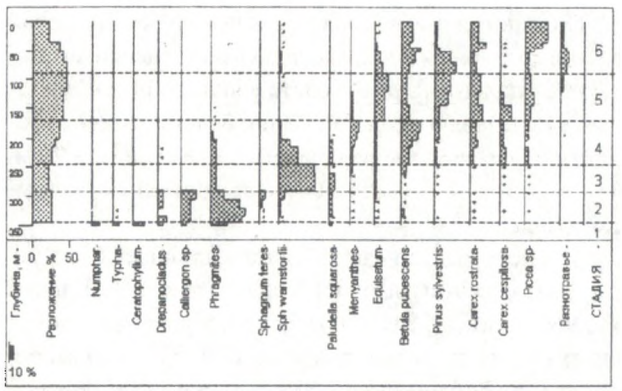


Рис.1. Диаграмма ботанического состава березняка с елью разнотравно-сфагнового (составлена на основе двух скважин, расположенных в нескольких метрах друг от друга; аналитик Н.В. Стойкина). Стадии: *1* – крупных водных и прибрежно-водных трав; *2* – тростниково-гипновая; *3* – тростниково-сфагновая, эвтрофная; *4* – древесно-осоково-сфагновая, эвтрофная; *5* – древесно-хвощово-осоковая, эвтрофная ; *6* – древесно-травяно-сфагновая, эвтрофная

Для лучшего понимания путей возникновения черноольшаников в 2000 г. нами были проведены описания растительности и взятие образцов торфа из ряда скважин вдоль сообщества начиная от стыка с эвтрофно-мезотрофным травяно-сфагновым болотом «Длинное» на территории заповедника «Кивач» (рис. 2). Черноольшаник располагается по ручью, вытекающему из болота в северо-западной части, имеющему протяженность более 2 км и впадающему в оз. Сундозеро.

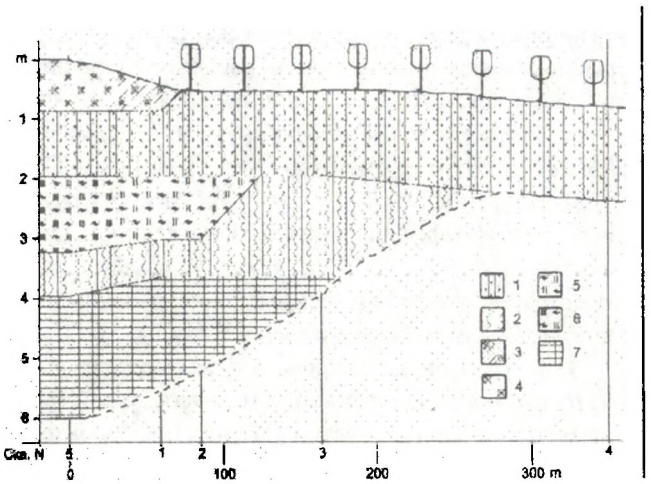


Рис.2. Стратиграфический профиль границы черноольхового сообщества и болота "Длинное" (скважина 5 изображена по Филимоновой Л.В. и Еловичевой Я.К., 1988). Условные обозначения видов торфа: *1* – древесный и древесно-тростниковый с участием ольхи черной; *2* – древесно-тростниковый; *3* – осоково-вахтовый; *4* – вахтовый; *5* – травяно-сфагновый низинный; *6* – шейхцериево-сфагновый низинный; *7* – сапропель

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Описания и взятие образцов торфа на ботанический состав до глубины 3 м проводились на трансекте от контакта с открытой фацией болота и вниз по ручью. Скважина 1 сделана в открытой фации болота, рядом с границей черноольхового сообщества. Скважина 2 в 20 м, 3 – в 100 м, 4 – около 300 м от контакта с открытой фацией.

До нас в средней части болота «Длинное» была исследована стратиграфия торфяной залежи Г.А. Елиной и соавторами (1984) и проведен спорово-пыльцевой анализ и ряд датировок торфа на С14 Л.В. Филимоновой и Я.К. Еловичевой (1988). Торфяные отложения в центре болота достигают глубины 3,5 м; от 3,5 до 7,0 м залегает сапропель; и от 7 до 9 м – глина. Отложение торфа началось в конце АТ – начале SB (ок. 5000 лет назад). Мы использовали данные авторов по стратиграфии и периодизации отложений скважины 5, расположенной в мочажинной вахтовой фации (60 м южнее нашей скважины 1).

Описанные нами участки черноольшаника сходны как по микрорельефу, так и по растительности. Микрорельеф сильно расчленен. По всему сообществу протекает ручей, имеющий, помимо четкого основного, множество неглубоких добавочных русел, напоминающих отдельные мочажины. Большая часть участков составлена микроповышениями высотой 10–20 см. Более крупные пристволовые кочки занимают от 15 до 30% рельефа.

В древостое ольха в составе от 2 до 7 единиц, ель и береза от 1 до 4, высота деревьев 20–22 м, у границы с открытой фацией – 15–16 м. Сомкнутость древостоя 0,4–0,5, полнота ольхи черной до 0,3. В подлеске и кустарниковом ярусе преобладает подрост ольхи черной, крушины, черемухи. Состав доминантов и содоминирующих видов нижних ярусов растительности также весьма схож: *Filipendula ulmaria*, *Rubus saxatilis*, *Convallaria majalis*, *Calla palustris*, виды семейства *Mniaceae*, ближе к открытому болоту обильны *Carex appropinquata*, *Menyanthes trifoliata*, *Sphagnum warnstorfii*. Коэффициенты сходства Сьеренсена между описаниями – 0,64 – 0,74, что также указывает на высокое сходство участков и позволяет считать данный черноольшаник единым растительным сообществом.

Под открытой частью болота у края черноольшаника (скважина 1) до глубины 0,5 м залегает слой травяного (осоки, вахта, тростник, хвощ, *Sph. warnstorfii*) низинного торфа, подстилаемый метровым слоем древесного и древесно-тростникового торфа с большим процентом ольховых остатков. На глубине от 1,5 до 2,5 м в торфе преобладают остатки эвтрофных сфагнов. Нижний слой залежи сложен древесно-тростниково-травяным сапропелевидным торфом с небольшим участием остатков *Nuphar*, *Typha*, *Meesia*. Глубже 3 м, по всей видимости, находится сапропель. Сходным образом сложена залежь в скважине 2. Отличие заключается в том, что древесный торф не перекрыт травяным и в настоящее время в данном месте находится черноольховое сообщество. Торфяная залежь участка в 100 м от открытой фации сложена до глубины 1,5 м древесными торфами с участием остатков ольхи, глубже – березово-тростниковым до глубины 2,8 м, где содержание остатков березы значительно ниже, и имеются остатки водных растений (*Typha*). Торфяная залежь вниз по ручью (скважина 4) сложена исключительно древесными торфами с участием остатков ольхи и имеет наибольшую глубину 1,3–1,5 м.

На основании вышесказанного можно выявить общую картину развития данного черноольхового сообщества. Начавшее ок. 5000 лет назад отлагать торф болото постепенно росло в высоту в пределах занимаемой ложбины, пока, наконец, не достигло одного из проемов минерального «берега» в северном конце массива на глубине ~ 1,5 м от современного уровня. Возникла возможность для поверхностного стока воды с болота в этом направлении, и образовался ручей. Практически сразу же по нему возникло черноольховое сообщество. Поскольку по краю болота изменился гидрологический режим, условия стали проточными, черная ольха смогла распространиться не только по лесной окрайке, но даже и несколько вглубь болота, на место топяных фаций, сформировав типичное древесное сообщество на глубокой торфяной залежи. В последнее время черноольховое сообщество постепенно отступает, заменяясь открытой, мезо-евтрофной травяно-сфагновой фацией (см. рис. 2; скв. 5, 1).

Сопоставив наши материалы с данными периодизации торфяных отложений болота Л.В. Филимоновой и Я.К. Яловичевой (1988), можно предположить, что образование ручья и формирование черноольхового сообщества произошли в начале субатлантического периода (2500–2000 лет назад).

Ряд скважин, сделанных в нескольких сходных по физиономическим и ботаническим критериям сообществах ельников разнотравных (доминанты: *Piceax fennica*, *Filipendula ulmaria*, *Calamagrostis phragmitoides*), свидетельствует о существовании различных путей их генезиса. Эти сообщества имеют глубину залежи от 0,25 до >3,00 м и развивались всеми перечисленными ранее способами. Однако общим является то, что большая часть их залежей сложена древесными торфами с остатками травянистых растений, характерных для них и в настоящее время. Участки заболоченных лесов и лесных болот, развивающиеся различными путями, приходят к сходным сообществам, имеющим достаточно устойчивое состояние.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Литература

Боч М.С., Смагин В.А. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. СПб., 1993. 223 с.

Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л., 1984. 128 с.

Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л., 1978.

Филимонова Л.В., Еловичева Я.К. // Болотные экосистемы Европейского Севера. Петрозаводск, 1988. С. 94–109.

Шинкарева Т.А. Разложение растений-торфообразователей, внесенных в торфяную залежь. // Труды Института торфа, Минск, 1960. Т. 9. С. 231–239.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ТОРФА И УГЛЕРОДА В ТОРФЯНЫХ БОЛОТАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ (РАЙОН НИЖНЕВАРТОВСКА)

*Е.Д. Лапшина, **Н.Н. Пологова, ***В. Блеутен
*Томский государственный университет, г. Томск, ed@ecos.tsu.ru
**Томский филиал института леса им. В.Н.Сукачева РАН, г. Томск, polog@forest.tsc.ru
****Утрехтский университет, г. Утрехт (Нидерланды), w.bleuten@geog.uu.nl*

Настоящая публикация продолжает серию статей, посвященных изучению динамики накопления углерода в торфяных залежах болот Западной Сибири. Исследования проводятся в рамках международного сотрудничества при финансовой поддержке проекта INTAS–99–01718.

Пространственно-временная динамика накопления углерода в торфяных залежах болот средней тайги изучена на примере болотного массива «Савкино» в районе г. Нижневартовска.

Болото расположено на правобережных террасах реки Вах вблизи ее впадения в р. Обь. Болото возникло около 10 тыс. лет назад путем заторфовывания изолированных депрессий в ложбинах (тальвегах) стока древнеледниковых вод, но уже около 7 тыс. лет назад оно представляло собой единый массив атмосферного типа питания с цепочкой минеральных островов на месте наиболее высокой гривы (древнего берегового вала).

В настоящее время основные площади (около 75%) болотного массива занимают крупные грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые олиготрофные комплексы. Заметно меньшую площадь (около 15–20%) на естественно дренированных выпуклых участках занимают сосново-кустарничково-сфагновые сообщества – рямы. Около 5–10% площади приходится на открытые осоково-сфагновые периферийные топи, развивающиеся в полосе современного заболачивания по окраине болота и вокруг минеральных островов. Более подробно ландшафтная структура болотного массива описана в статье С.Н. Васильева с соавторами (см. настоящий сборник).

Материалы и методы

На комплексном ландшафтном профиле, пересекающем болотный массив, были выявлены относительные высотные уровни поверхности и распределение групп и типов болотных фаций. Стратиграфия торфяной залежи изучена на основании анализа ботанического состава 640 образцов торфа, отобранных через каждые 10 см из 18 скважин. Более подробно строение торфяной залежи рассмотрено в специальной статье (см. настоящий сборник).

В образцах из 15 колонок торфа определены зольность и объемная плотность, степень разложения, проведен радиоуглеродный анализ возраста придонных образцов, а также слоев торфа на глубине 200 и 50 см. В самой глубокой колонке из центральной части массива возраст слоев был определен через каждые 50 см. В целом динамика накопления торфа оценивалась на основании 46 датированных по ^{14}C образцов торфа.

При проведении анализов и обработке данных, расчетах запасов углерода[1] использовались те же методы, что и в подобных исследованиях на ключевых участках в южной и северной тайге. Они были подробно описаны ранее (Lapshina, Pologova, 2001a,b; Lapshina et al., 2001).

История развития болотного массива и стратиграфия торфа

Детальное радиоуглеродное датирование торфяной залежи обследованного болотного массива в окрестности г. Нижневартовска свидетельствует, что накопление торфа здесь началось между 10300 и 9200 годами назад (рис. 1). Примечательным является тот факт, что уже примерно через 2000 лет после начала торфонакопления болото фактически достигло своих современных площадных размеров и только узкие периферийные участки болотного массива перекрылись торфом в течение последних 1170 лет.

В результате изучения строения торфяной залежи и рельефа минерального дна по профилю болотного массива, а также возраста начала торфонакопления вся площадь болотного массива была разделена на 3 основных части: генетические центры торфонакопления, прилегающие к ним склоны первичных депрессий и мелкозалежную периферию.

В пределах основной площади болотного массива глубина торфяной залежи варьирует в среднем от 3,5 до 4,5 м. Максимальной мощностью торфа, в основном 4,0–5,0 м, характеризуется торфяная залежь в генетических центрах. Глубина торфа на склоновых позициях, где накопление торфа началось в среднем на 1000–1500 лет позже, отличается незначительно, составляя 3,6–3,8 м. Минимальная глубина торфа отмечена на периферии – 0,6–1,2 м.

[1] Величина содержания углерода в органическом веществе торфа принята дифференцированно для верхового, переходного и низинного торфов соответственно (Ефремов и др., 1994).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

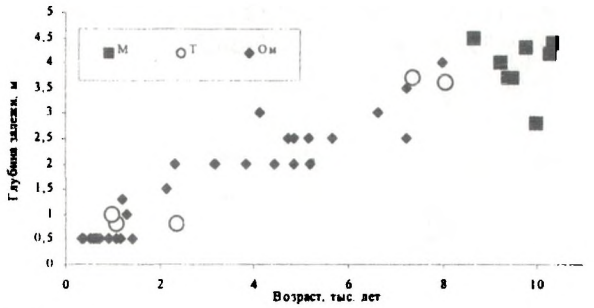


Рис. 1. Распределение типов торфа в болотном массиве в зависимости от возраста отложений и глубины залежи. Типы торфа: М – минеротрофный (низинный); Т – переходный; Ом – омбротрофный (верховой)

Торфяная залежь в генетических центрах практически на всю глубину сложена слабо (0–5%) и умеренно разложенным (10–25%) верховым сфагновым торфом, в верхней части – из остатков Sphagnum fuscum, в нижней – с чередованием слоев Sphagnum fuscum и S. angustifolium торфа при большей или меньшей примеси пушицы (Eriophorum vaginatum). Придонный горизонт толщиной 20–60 см сложен хорошо разложившимся древесно-травяным и травяным торфом из остатков ели, березы, хвоща и папоротника. Степень разложения этого слоя достигает 60–65%. Переходный горизонт между низинным (минеротрофным) и верховым (омбротрофным) слоями торфа в генетических центрах болота обычно не превышает 10–20 см, редко 50 см. Этот слой представлен, как правило, переходным пушицевым торфом.

Отложения торфа в склоновых местоположениях, примыкающих к генетическим центрам, имеют возраст 7300–8000 лет. Здесь торфонакопление началось непосредственно с отложения переходного, обычно пушицевого торфа, мощность которого достигает 50–60 см. Верхняя часть торфяной залежи, как и в генетических центрах, сложена омбротрофным сфагновым торфом.

Периферийные части болота имеют возраст от 2300 до 900 лет. Торфяная залежь вдоль границы с суходолом целиком сложена переходными (пушицевым, пушицево-сфагновым, сфагновым) видами торфа, а в транзитных топях, окружающих минеральные острова, – переходными и верховыми видами торфа.

Прирост торфа и накопление углерода в зависимости от типа торфа

Общие запасы углерода в торфяной залежи в целом хорошо коррелируют с мощностью торфа. Максимальные запасы сосредоточены в торфяных залежах генетических центров и склонов минерального ложа болотного массива, составляя 150–220 кг · м^2. По периферии торфяника запасы углерода не превышают 50–60 кг · м^2 (рис. 2).

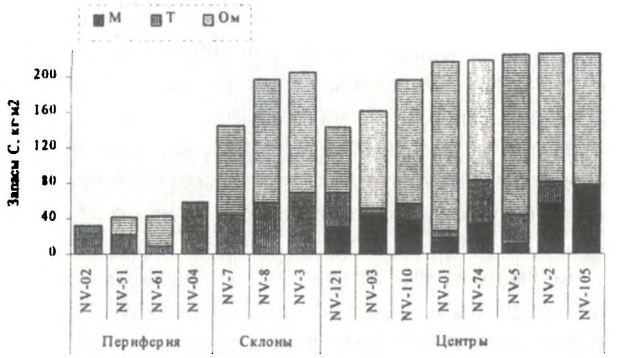


Рис. 2. Распределение запасов углерода по типам торфа в торфяных залежах генетических центров, склонов минерального ложа и периферии

Изучение распределения запасов углерода по типам торфа показало, что в торфяных залежах генетических центров и склонов около 25% (от 20 до 35%) углерода сосредоточено в нижней части торфяной залежи. В центрах она сложена от хорошо до умеренно разложенных низинным (минеротрофных) и переходных, а на склонах – только до переходных типов торфа. Соответственно 65–80% общих запасов углерода содержится (аккумулированно) в мощном слое слабо или умеренно разложенного верхового (омбротрофного) торфа.

На общем фоне изменения климатических условий, в течение голоцена и влияния их на торфообразовательный процесс, скорость накопления торфа и соответственно углерода заметно отличается в зависимости от стратиграфического строения торфяной залежи и положения участка в пределах болотного массива (рис. 3 *а*, *б*).

Скорость вертикального прироста низинного и переходного торфов в торфяных залежах генетических центров варьировала в широких пределах от 0,09 до 0,56 мм · год$^{-1}$ в зависимости от типа торфа. Максимальные значения (0,48–0,56 мм · год$^{-1}$) вертикального прироста торфа отмечены при отложении переходного пушицевого торфа. Меньшими значениями скорости прироста (0,23–0,31 мм · год$^{-1}$) отличаются низинные – папоротниковый и древесно-пушицевый виды торфа. Скорость накопления верхового торфа в генетических центрах сравнительно равномерная во всех изученных точках и изменяется в пределах от 0,41 до 0,50 мм · год$^{-1}$.

В склоновых местоположениях интенсивность прироста и переходного, и верхового торфа была заметно выше, чем в торфяных залежах генетических центров. Для переходного типа торфа скорость прироста составляла 0,21–0,56 мм · год$^{-1}$. В верховом торфе величина ежегодного прироста варьировала от 0,43 до 0,73 мм · год$^{-1}$. На периферии скорость вертикального прироста торфа (переходного и верхового) отличается значительно более высокими значениями, чем в остальной основной части торфяного массива (рис. 4).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

При изучении скорости аккумуляции углерода в различных типах торфа и местоположениях в пределах торфяного массива выявлены следующие закономерности. В генетических центрах на начальных этапах формирования торфяного массива откладывался низинный (минеротрофный) торф. Средняя скорость накопления в нем углерода составляла 29,3 г · м^2 · год$^{-1}$ (23,3–34,6 г · м^2 · год$^{-1}$). В переходных слоях торфа скорость аккумуляции углерода в генетических центрах несколько уменьшилась, в среднем до 27,4 г · м^2 · год$^{-1}$ (рис. 4, *в*). Близкие (сходные) значения имела скорость аккумуляции углерода в переходном типе торфа на склонах минерального ложа. На периферии торфяных болот в слоях переходного торфа скорость накопления углерода в год была максимальной – 44,7 г · м^2 · год$^{-1}$.

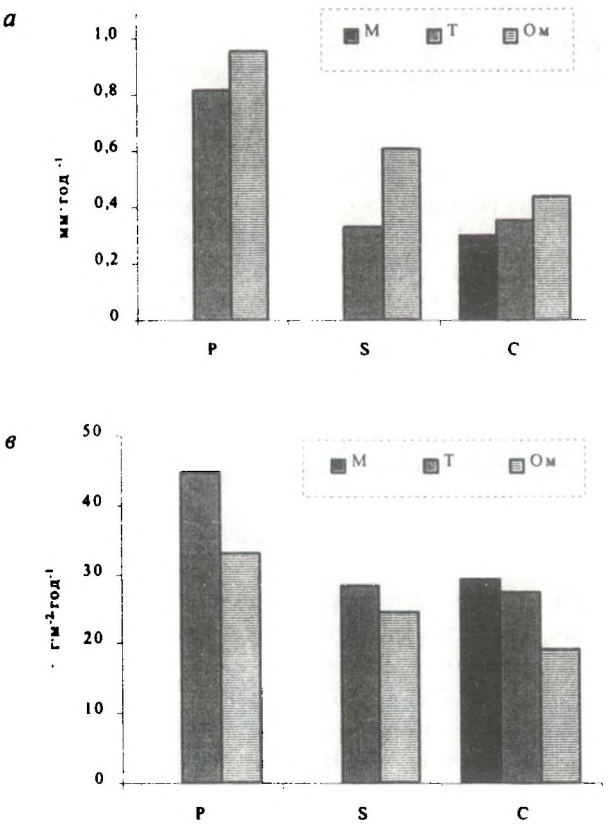


Рис. 3. Среднемноголетние скорость вертикального прироста торфа (*а*) и аккумуляция углерода (*б*) на различных стадиях развития болотного массива (низинной, переходной, верховой) в зависимости от положения участка в пределах болотного массива. P – периферия; S – склоны первичных депрессий минерального ложа; C – генетические центры торфонакопления

Верховая (омбротрофная) часть залежи в различных типах местоположений (генетические центры, склоны, периферия) заметно отличается по величине годичной аккумуляции углерода. Наиболее низкая скорость накопления углерода в слоях верхового (омбротрофного) торфа в центрах 19,2 г · м^2 · год$^{-1}$ (14,6–24,5), заметно выше на склонах–24,6 г · м^2 · год$^{-1}$ (20,4–32,2) и, достигая в среднем 33,0 г · м^2 · год$^{-1}$ (32,9–34,8), – на периферии (рис. 3, *б*).

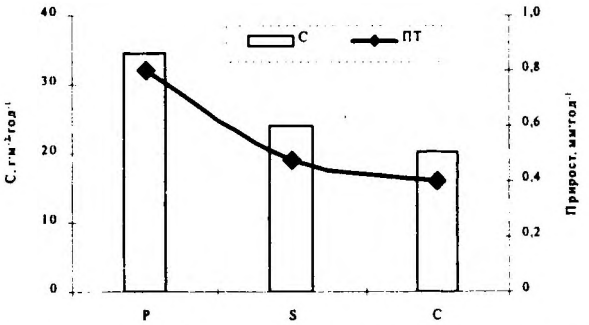


Рис. 4. Средняя скорость вертикального прироста торфа (РА) и аккумуляции углерода (С) в зависимости от положения участка в пределах болотного массива. P – периферия; S – склоны; C – генетические центры

Такая же закономерность нарастания среднемноголетних значений скорости вертикального прироста торфа и накопления углерода от центра болотного массива к периферии обнаруживается и при расчете этих показателей по всей торфяной залежи, независимо от ее стратиграфического строения (см. рис. 4).

Динамика накопления торфа и углерода в голоцене

Проведенные исследования показали, что накопление торфа и углерода было неравномерным в ходе развития болотного массива в различных его частях в разные периоды голоцена (рис. 5).

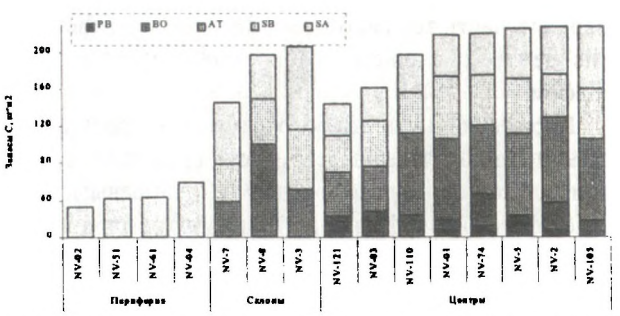


Рис. 5. Запасы углерода, аккумулированные в торфяной залежи в различные периоды голоцена. PB – пребореал (10200-9000 лет назад), BO – бореал (9000–8000 лет назад), AT – атлантический (8000–4600 лет назад), SB – суббореал (4600-2600 лет назад), SA – субатлантический (2600 до настоящего времени)

В пребореальный период скорость накопления хвощово-папоротникового и древесно-пушицевого торфа в первичных центрах колебалось пределах 0,30–0,37 мм. год$^{-1}$. При этом средняя годовая аккумуляция углерода составила 32,1 г · м^2 · год$^{-1}$ (рис. 6).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В бореальный период появились новые центры торфонакопления. В целом скорость вертикального прироста торфа существенно не изменилась. Годовая аккумуляция углерода варьировала в широких пределах (23,3–57,9 г · м² · год⁻¹) в зависимости от мощности и типа отлагавшегося торфа.

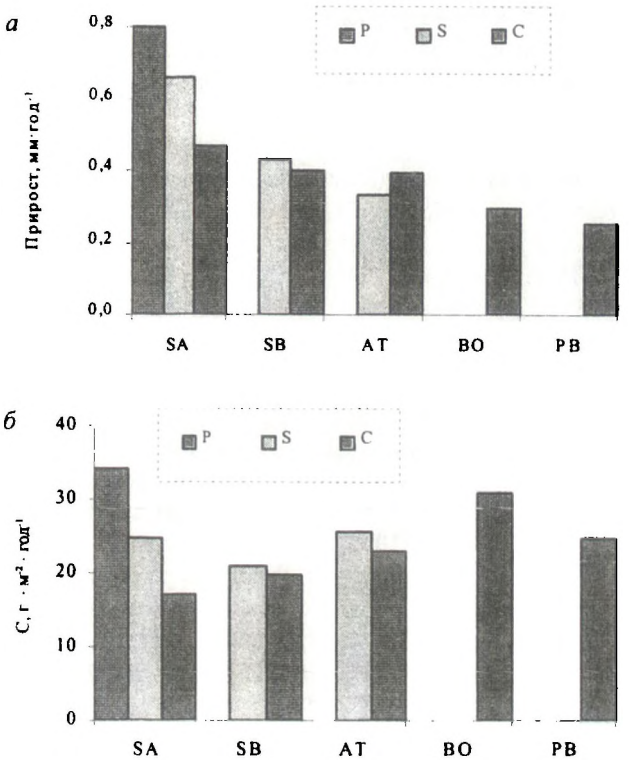


Рис. 6. Средняя скорость накопления торфа (*а*) и углерода (*б*) в различные периоды голоцена в зависимости от положения участка в пределах болотного массива на рис. 4 и 5

Атлантический период характеризовался наибольшим вертикальным приростом торфа в центральных позициях массива, составившим в среднем 0,39 мм в год (0,34–0,56). В это время началось торфонакопление в склоновых позициях, которое при меньшей величине вертикального прироста (0,33 мм в год) характеризовалось несколько большей величиной годичной аккумуляции углерода в торфе, равной 25,6 г · м² · год⁻¹ (17,3–37,7).

В суббореальный период средняя скорость накопления углерода в генетических центрах несколько снизилась до 19,6 г · м² · год⁻¹ (17,5–25,5), а в склоновых осталась в пределах тех же (прежних) значений. При этом средний вертикальный прирост торфа в склоновых позициях заметно возрос по сравнению с предыдущим периодом и составил 0,43 мм год (0,37–0,53). Эта тенденция еще более ярко проявилась в субатлантическом периоде (рис. 6).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что скорость накопления торфа и углерода в торфяных болотах средней тайги Западной Сибири в значительной степени зависит от стратиграфического строения торфяных их залежей, но еще в большей степени эти показатели изменяются в зависимости от положения точки исследования в пределах торфяного массива. Вертикальный прирост торфяных залежей в центральной части обширных олиготрофных верховых болотных массивов и их систем существенно не изменялся на протяжении последних 7000–8000 лет начиная с атлантического периода. При этом скорость аккумуляции углерода за этот период уменьшилась почти вдвое, за счет смены плотных, хорошо разложенных низинных и переходных торфов нижней части залежи на сравнительно рыхлые отложения верховых сфагновых торфов. Максимальных значений скорость торфонакопления и, соответственно, скорость аккумуляции углерода в торфяных залежах достигают по периферии болотных массивов в субатлантическом периоде на протяжении последних 1200–1500 лет. В силу непродолжительности периода торфонакопления и незначительной мощности торфяных отложений по периферии торфяников общие запасы торфа на единицу площади в 5–6 раз уступают запасам углерода в генетических центрах болотных массивов, где накопление торфа и углерода началось около 10000 лет тому назад.

Литература

Lapshina E.D. & Pologova N.N. Carbon accumulation // Carbon accumulation and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands (Editors: W.Bleuten & E.D.Lapshina). Utrecht, 2001a. P. 50–72.

Lapshina E.D. & Pologova N.N. Holocene dynamics of Carbon accumulation in West Siberian peatlands // West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present. Novosibirsk, 2001b. P. 29–32.

Lapshina E.D., Pologova N.N. & Mouldiyarov E.Ya. Pattern of development and carbon accumulation in homogenous Sphagnum fuscum-peat deposit on the South of West Siberia // West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present Novosibirsk, 2001. P. 101–104.

Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Мелентьева Н.В. Запасы углерода в экосистемах болот // Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева// 1994. С. 128–146.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ТЕПЛООБМЕН В КАТЕНАХ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ

И.Н. Росновский, Л.И. Герасько
Томский государственный университет, г. Томск
soil@bio.tsu.ru

Юрий Алексеевич Львов всегда очень большое внимание уделял ландшафтной экологии, процессам происходящим в ландшафтах, их эволюции как в естественном состоянии, так и под воздействием «человеческого фактора». Ландшафтный и региональный уровни организации и интеграции всегда привлекают внимание исследователей, поскольку, даже зная реакции организмов и элементарных экосистем уровня биогеоценозов, мы не всегда можем предугадать, как отреагирует на любые изменения система более высокого уровня иерархии (Львов, 1994). Несомненно, одним из главных процессов, отвечающих за состояние и эволюцию ландшафтов, является процесс тепломассообмена. Он отвечает как за современное состояние ландшафта, так и за его эволюцию. Особенно это касается таких легкоранимых ландшафтов, как ландшафты переходной лесоболотной полосы. Это обстоятельство очень хорошо понимал Ю.А. Львов.

Объекты и методы исследования

Основными объектами исследования послужили почвы ландшафтов левобережья р. Кеть в пределах бассейнов ее левых притоков – Суйги и Нибеги. В годы проведения исследований эти ландшафты относились к району исследования Ягоднинского стационара НИИ ББ при ТГУ (1970–1980 гг.). Мы не будем приводить описаний ни географического положения, ни почвенно-геоботанического, поскольку они очень широко освещены в работах ученых, работавших на этом стационаре (Ю.А. Львов, Л.И. Герасько, Н.Н. Пологова, Е.М. Мульдияров, Е.Д. Лапшина и многих других). Здесь мы лишь отметим, что район исследований отличается резко выраженной мозаичностью почвенного покрова (и мозаичностью слагающих район экосистем). Можно сказать, что для почвенного покрова района характерен не какой-то один почвенный тип, а совокупность (ряд) парагенетического сочетания почв. При этом гораздо большую площадь в этом ряду занимают полугидроморфные и гидроморфные почвы, нежели его верхний член – автоморфные (подзолистые) почвы. Если принимать во внимание лишь биоклиматические условия, то район исследования – действительно зона подзолистых почв, но если оценивать еще и орогидрологическую обстановку, то наиболее характерными (зонально-индицирующими) здесь выступают именно полу- и гидроморфные почвы: болотно-подзолистые и болотные. Более того, верхний член парагенетического ряда, представленный автоморфными (подзолистыми) почвами, «обречен» на исчезновение («вымирание») в результате прогрессивного заболачивания ландшафтов. Надо отметить, что процессу ускоренной эволюции автоморфных почв в болотные способствует и бездумная, бессистемная вырубка лесов, что нарушает и без того неустойчивый водный баланс речных бассейнов исследуемой территории (Росновский, 2001).

Все физические свойства почв исследовались общепринятыми методами (Вадюнина, Корчагина, 1986), теплофизические свойства и теплообмен – методами почвенной теплофизики (Чудновский, 1954, 1976; Лыков, 1978). Полученные результаты обрабатывались на ПЭВМ с помощью стандартных пакетов математических программ (EXCEL, MATCAD).

Результаты исследований

Характеристика основных физических и химических свойств катен заболачивания в районе исследований достаточно подробно описана ранее (Герасько, Пологова, 1975; Пологова, 1992), поэтому мы ее здесь не приводим. Отметим лишь, что основные теплофизические свойства почв, такие как теплопроводность (λ, кал/см·с·град), температуропроводность (k, $см^2/с$), объемная теплоемкость (cr, кал/$см^3$·град) и теплоусвояемость (b, кал/$см^2$·с·град), определяющие тепловой и температурный режим почв катен заболачивания, во многом зависят от их гранулометрического состава плотности, пористости и содержания в них органического вещества.

Нами было проведено определение основных теплофизических свойств всех генетических горизонтов почв катены заболачивания на песчаных отложениях, включая и торф верхового болота. Определение всех этих характеристик проводилось в широком диапазоне влажности в 3–5-кратной повторности. Часть полученных данных при влажности почв, равной их наименьшей влагоемкости (НВ), приведена в таблице.

Полученные данные свидетельствуют о том, что особенности теплофизических свойств почв катены заболачивания четко отражают их типовые и подтиповые различия. Рассмотрим эти различия и особенности немного подробнее.

Объемная теплоемкость. Прежде всего следует отметить довольно высокие значения объемной теплоемкости в органогенных горизонтах исследуемых почв – 0, 51–0, 82 кал/$см^3$·град, что отражает их значительную теплоизоляционную роль. Наименьшей объемной теплоемкостью отличаются элювиальные и элювиально-глеевые горизонты почв, для которых характерно наименьшее содержание гумуса, физической глины и ила.

Довольно четкие типовые различия почв проявляются в величине объемной теплоемкости иллювиальных

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Теплофизические свойства почв катены заболачивания на песчаных отложениях при W = НВ

Горизонт, глубина,см	Объемная теплоемкость, кал/см^3	Теплопроводность кал/см · с · град · 10^{-3}	Температуропроводность, см^2/с · 10^{-3}
Подзол иллювиально-железистый грунтово-глеевый			
A_0 0 – 3	0,51	3,6	5,2
A_2 4 – 15	0,28	4,0	12,4
B_{fc} 16 – 40	0,24	1,8	9,8
C_{gl} 70 – 100	0,30	3,2	10,0
Подзолистая иллювиально-железистая грунтово-глеевая ортзандовая почва			
A_0 0 – 10	0,60	3,0	5,2
A_{2gl} 11 – 26	0,26	3,2	11,0
B_{fc}(Ом) 27 – 40	0,42	1,6	5,0
Оц 41 – 70	0,40	1,4	3,9
Торфянисто-подзолисто-глеевая раскисленно-ортзандовая почва			
$A_т$ 2 – 20	0,78	2,8	4,1
A_{2gl} 21 – 36	0,36	2,6	6,2
$B_{fc.gl}$ 40 – 60	0,46	2,1	4,1
Торфяная верхового болота			
Т 0 – 50	0,82	1,1	1,5

горизонтов. Так, ср этих горизонтов в ряду подзол – подзолистая ортзандовая-торфянисто-подзолисто-глеевая ортзандовая изменяется следующим образом: 0,24–0,42–0,46 кал/см^{3}град. Такое изменение этой величины связано с разной степенью выраженности процессов иллювиирования в исходной песчаной толще почв катены.

Наиболее высокой объемной теплоемкостью, естественно, обладает торф верхового болота. При влажности, равной НВ, ее величина достигает значений более 0,8 кал/см^{3}Чград, то есть приближается к теплоемкости воды.

Теплопроводность. Как следует из данных таблицы, наименьшей теплопроводностью обладают элювиальные и элювиально-глеевые горизонты почв катены (A_2 и A_{2gl}), причем значения ее уменьшаются от автоморфных подзолистых почв к полугидроморфным. Это связано с переорганизацией минеральной массы горизонта A_{2gl} за счет интенсивного проявления в нем процессов оглеения. Следовательно, структура теплофизических характеристик и, в конечном итоге, особенности температурного поля почв во многом определяются типом и интенсивностью процессов почвообразования. В свою очередь, изменение температурного поля в почвах приводит и к изменению интенсивности почвообразовательных процессов, то есть в почвах создается неразрывная функциональная связь процессов почвообразования с их теплофизическими свойствами. В частности, увеличение в процессе почвообразования оглеения и плотности песчаной почвенной массы в иллювиальных горизонтах четко отражается на величине их теплопроводности, вызывая значительное ее снижение (см. табл.). Цементация и образование ортзанда (Оц) еще больше снижает величину теплопроводности.

Как и в случае с теплоемкостью, наименьшими значениями теплопроводности обладает торф верхового болота, что еще раз подчеркивает его теплоизоляционную роль в процессах теплообмена.

Температуропроводность. Температуропроводность почв, как и других теплофизических свойств, во многом зависит от плотности, содержания гумуса и физической глины в их горизонтах. Не случайно поэтому наиболее высокими значениями k характеризуются те же элювиальные и элювиально-глеевые горизонты почв катены (A_2 и A_{2gl}), которые менее гумусированы и имеют более легкий гранулометрический состав. Наименьшей температуропроводностью отличаются горизонты подстилок и торф верхового болота как наиболее теплоемкие слои. В минеральной части почв самой низкой температуропроводностью выделяются иллювиальные горизонты, особенно плотные и обогащенные илом и органическим веществом горизонты ортзанда. Из этого можно сделать вывод, что иллювиальные и ортзандовые горизонты почв обладают значительной буферностью по отношению к температурным колебаниям.

Таким образом, при усложнении строения песчаных почв за счет развития элювиальных и элювиально-глеевых процессов усиливается контрастность температу-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ропроводности разных частей их профиля и тем самым создаются условия для формирования контрастного температурного режима почв катен заболачивания.

Полученные значения теплофизических характеристик почв катены заболачивания дают основание для анализа особенностей их теплового и температурного режимов. Прежде всего значения величин тепло- и температуропроводности позволяют определить глубину проникновения суточных и годовых колебаний температуры в их профиле, то есть установить прогреваемость почв и возможности их теплоаккумуляции.

Амплитуда суточной или годовой температуры рассчитывалась по следующей зависимости (Ван Вийк, де Фриз, 1968; Лыков, 1978):

$$T(z,\tau) = T_{sr} + A_0 \ \exp(-Z/D) \ \sin(\omega T - Z/D),$$

где A_0 – суточная или годовая амплитуда температуры на поверхности почвы; D – глубина затухания колебаний температуры; ωT – частота, которая для суточных колебаний температуры составляет $2\pi/86400$ или $7,27 \cdot 10^{-5}$ с$^{-1}$.

Величина D связана с теплофизическими свойствами почв следующим соотношением (Ван Вийк, де Фриз, 1968; Лыков, 1978):

$$D = \left(2\lambda / c\rho\omega\right)^{0,5} = \left(2k/\omega\right)^{0,5}.$$

Сопоставление приведенных выше зависимостей показывает, что амплитуда колебаний температуры уменьшается на глубине Z в exp(–Z/D) раз и имеет фазовый сдвиг на этой глубине –Z/D (Чудновский, 1976; Лыков, 1978). На глубине Z = 3D колебания температуры практически не прослеживаются.

Полученные нами расчетные глубины проникновения суточных колебаний температуры для почв катены заболачивания оказались следующими:

– подзол иллювиально-железистый грунтово-глеевый – 70 см;

– подзолистая иллювиально-железистая грунтово-глеевая ортзандовая – 48–55 см;

– торфянисто-подзолисто-глеевая раскисленно-ортзандовая – 40–45 см;

– верховой торфяник – 30–35 см.

Такие глубины проникновения суточных колебаний температуры соответствуют, в среднем, глубине промерзания подзолистых и болотных почв среднетаежной зоны Западной Сибири (Рутковская, 1984). Справедливость полученных результатов подтвердилась и проводимыми нами измерениями суточного хода температур в профиле почв катены заболачивания (Росновский, Герасько, 1988).

На глубину проникновения суточных колебаний температуры очень большое влияние оказывают мощность и влажность органогенных горизонтов почв. Так, наличие торфяного горизонта мощностью 0,3–0,4 м почти полностью предохраняет от температурных колебаний минеральную часть профиля почв.

По данным о теплофизических свойствах почв и глубине затухания температурной волны нами были рассчитаны и глубины проникновения годовых колебаний температуры в почвах катены заболачивания. Оказалось, что при условии максимальной увлажненности верхового болота возможная глубина проникновения годовых колебаний температуры в его профиле составляет 5,7–6,5 м. При его обсыхании эта глубина уменьшается до 3–3,5 м, что говорит о возможности образования временного (а может, и постоянного) слоя мерзлоты на этой глубине. Тем более что расчетный фазовый сдвиг годовой температурной волны в толще верхового болота очень значителен и составляет 40–46 суток на каждый метр глубины. Так, максимальная годовая температура на глубине 1 м наблюдается лишь в начале сентября, на глубине же 3 м – лишь в середине декабря.

Расчетная глубина проникновения фронта годовых колебаний температур (зона активного годового теплообмена) в минеральных почвах катены достигает 10–12 м, то есть в 2–3 раза больше, чем в прилегающем верховом болоте. Таким образом, обнаруживается значительное различие в тепловом и температурном режимах почв верховых болот и почв прилегающих к ним суходолов.

Учитывая особенности теплофизических свойств почв катены заболачивания, суточного хода температур и тепловых потоков в их профиле, а также глубину затухания амплитуд температуры, можно утверждать, что общий теплообмен сопряженных в катене почв определяется двумя составляющими: вертикальным теплообменом – теплообменом почв с приземным слоем атмосферы; горизонтальным теплообменом – теплообменом почв суходолов с прилегающими болотными массивами. При этом в горизонтальном теплообмене большое значение имеет внутрипрофильный перенос тепла болотными водами.

Исходя из соотношения вертикального и горизонтального теплообмена в катене заболачивания, считаем возможным выделить четыре зоны теплообмена разного типа (Росновский, Герасько, 1988).

1. Зона автономного типа теплообмена представлена в исследуемой катене подзолом иллювиально-железистым грунтово-глееватым (элювиальная часть катены). Она характеризуется наибольшей глубиной проникновения суточных и годовых колебаний температуры, наибольшей прогреваемостью почвенного профиля (вместе с тем и наибольшей промерзаемостью). Для нее характерна наибольшая амплитуда колебаний температуры в почвенном профиле и наиболее высокая сумма температур выше 10°. Теплообмен зоны автономного типа практически не зависит от тепла, поступающего с прилегающего болотного массива.

2. Зона контактно-автономного (переходного) теплообмена в исследуемой катене соответствует подзолис-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

тым иллювиально-железистым грунтово-глеевым ортзандовым почвам; характеризуется меньшей глубиной проникновения фронта суточных и годовых колебаний температуры в профиле почв, меньшей амплитудой температурных колебаний, особенно в их ортзандовых горизонтах, меньшей суммой активных температур. Теплообмен формируется под некоторым влиянием теплового потока из прилегающего болотного массива, что приводит к дополнительному прогреванию почв зоны в осенне-зимний период и охлаждению – в весенне-летний.

3. Зона контактного теплообмена создается в ареале торфянисто-подзолисто-глеевых раскисленно-ортзандовых почв, характеризуется значительно меньшей глубиной проникновения фронта суточных и годовых колебаний температуры. Зоне свойственны малые амплитуды температуры по генетическим горизонтам почвенного профиля, значительно меньшая сумма активных температур. Теплообмен в значительной мере зависит от теплопотока прилегающего болотного массива.

4. Зона болотного типа теплообмена характеризуется наименьшей глубиной проникновения фронта суточных и годовых колебаний температуры, очень малой амплитудой суточных колебаний температуры даже в верхнем 40-сантиметровом слое, очень большим фазовым сдвигом температурных колебаний с глубиной (для годичных – более 1,5 мес. на каждый метр глубины).

Выделенные зоны теплообмена соответствуют четырем зонам водообмена: вертикальному (автономному), двум переходным (с преобладанием вертикальной фильтрации и с преобладанием горизонтальной фильтрации) и болотного типа.

Полученные данные о теплофизических свойствах, тепловом и температурном режимах почв катен заболачивания имеют не только научное, но и практическое значение. При проведении мелиоративных работ прежде всего нужно учитывать то обстоятельство, что изменяя гидротермический режим одного участка, мы тем самым изменяем гидротермическое состояние всех прилегающих территорий, поскольку сопряженные почвы автономных и соподчиненных ладшафтов взаимосвязаны и взаимообусловлены. Поэтому не случайно при осушительных мелиорациях переувлажненных почв и болот нарушается гидротермический режим сопряженных с ними почв, то есть нарушается устойчивость термического и гидрологического режима всей пространственно-функциональной системы почв и ландшафтов.

Учитывая это обстоятельство, будет уместным ввести понятие об устойчивости почв к тепловым и гидрологическим воздействиям – их способности сохранять собственные свойства и режимы при внешних тепловых и гидрологических воздействиях. Разницей между нижним и верхним пределами такой устойчивости будет в таком случае определяться буферная емкость (емкость устойчивости) почвы к определенному типу воздействия. Так, буферная емкость почв по отношению к тепловым воздействиям – это количество тепла, которое необходимо для изменения среднегодовой температуры (на глубине проникновения суточных колебаний) на 1 °С. Эта величина (В) зависит, помимо внешних условий, от теплоемкости и температуропроводности почв, а единица ее измерения – кал/град, то есть тепловая энтропия.

Тепловая буферная емкость всего почвенного покрова катены заболачивания будет зависеть от величины емкостей составляющих его почв и доли их участия (площади) в структуре почвенного покрова:

$$B_0 = \frac{B_1 S_1 + B_2 S_2 + \cdots B_n S_n}{S_1 + S_2 + \cdots S_n} .$$

Периодически определяя тепловую буферную емкость почвенного покрова, мы будем в состоянии оценивать направленность его изменения во времени при любых хозяйственных воздействиях. Из приведенной выше зависимости также следует, что любое изменение структуры почвенного покрова непременно скажется на его общей тепловой буферной емкости и на устойчивости к внешним воздействиям.

Литература

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

Ван Вийк В.Р., де Фриз Д.А. Периодические колебания температуры в однородной почве // Физика среды обитания растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. С. 83–126.

Герасько Л.И., Пологова Н.Н. Особенности почвообразования в таежной зоне Томского Приобья // Вопросы почвоведения Сибири. Томск: ТГУ, 1975. Т. 6. С. 3–23.

Львов Ю.А. Региональная экология: содержание и методы // Проблемы региональной экологии. Вып. 1: Региональная экология. Томск, 1994. С. 20–24.

Лыков А.В. Тепломассообмен. М.: Энергия, 1978. 480 с.

Росновский И.Н., Герасько Л.И. Оценка параметров тепломассообмена и ресурсов почвенного климата в лесоболотных ландшафтах левобережья р. Кеть // Хозяйственная оценка ландшафтов Томской области. Томск: ТГУ, 1988. С. 36–40.

Росновский И.Н. Устойчивость почв в экосистемах как основа экологического нормирования. Томск: ИОА СО РАН, 2001. 252 с.

Рутковская Н.В. География Томской области (сезонно-агроклиматические ресурсы). Томск: ТГУ, 1984. 158 с.

Чудновский А.Ф. Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1954. 444 с.

Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. М.: Наука, 1976. 352 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ДИНАМИКА КРИОГЕННЫХ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИМОРСКИХ НИЗМЕННОСТЕЙ ЯКУТИИ

А.С. Любомиров
Якутский госуниверситет им. М.К. Аммосова, г. Якутск
sara68@mail.ru

Приморские озерно-аккумулятивные низменности Якутии принадлежат к той области, где болота и заболоченные пространства (мари) изучены недостаточно, в то время как процессы заболачивания являются одними из ведущих в комплексе природных процессов. В этой области к настоящему времени болота занимают в среднем более половины территории, а в отдельных ее частях отмечается и более высокая заболоченность.

Растительность и многолетнемерзлые породы (ММП) представляют собой сложную систему, функционирующую под воздействием всего комплекса природных факторов. Криогенный фактор играет ведущую роль в дифференциации ландшафтов. Среднегодовая температура мерзлых пород, являющаяся одним из классификационных признаков болот и заболоченных земель (марей), изменяется на территории Приморских низменностей от –9 до –14 °С при минимальных глубинах сезонноталого слоя (СТС).

Тундровые болотные ландшафты, развитые на Приморских озерно-аккумулятивных низменностях Якутии (Яно-Индигирская, Колымская и др.) и островах Северного Ледовитого океана, объединяют арктические и субарктические природные комплексы, характеризующиеся безлесьем, равнинностью, широким развитием моховых, лишайниковых и кустарничковых группировок. Высокоширотное положение обусловливает суровость климата, сильные ветра, избыточное увлажнение при недостатке тепла, невысокую биологическую продуктивность. Важным фактором распределения растительного покрова является переувлажнение почв, возникающее в результате незначительного испарения, большой относительной влажности воздуха, наличия многолетней мерзлоты, плохой водопроницаемости суглинистых грунтов. Увлажнение зависит не только от количества осадков, характера грунтов, высоты снежного покрова, но и от микрорельефа поверхности, глубины СТС и других особенностей криогенных ландшафтов.

Растительность Приморских низменностей представлена в основном тундровыми группировками. В тундре застойный характер увлажнения поверхности вызывает сильную заболоченность территории с малой глубиной сезонного протаивания, обусловливает господство восстановительных процессов в почве (оглеение), которые придают отложениям темно-серую или сизовато-серую окраску. Все эти условия черезвычайно благоприятны для развития мохового покрова и способствуют активному торфо- и льдонакоплению.

Тундровые ландшафты в широтном плане по условиям заболачивания условно подразделяются на две подзоны: арктическую и типично тундровую. Однако эти подзоны для болотных ландшафтов в некоторых работах (Федоров и др.,1969) не выделяются, т.к. избыточное площадное увлажнение нивелирует подзональные различия. Но некоторые различия все-таки существуют, и они связаны с изменением континентальности климата от арктического побережья вглубь тундры в южном направлении и интенсивности проявления мерзлотных процессов, изменением растительности.

Известны два пути образования болот – заторфовывание водоемов и заболачивание суши, которые повсеместно распространены на озерно-аллювиальных равнинах. Но более активно проявляется заболачивание суши при развитии криогенных процессов.

Современные процессы заболачивания в связи с изменением мерзлотных условий ясно прослеживаются на слабодренированных равнинах в приморской полосе тундр и в долинах крупных рек на пойменных и надпойменных террасах, на пологих склонах, а также в некоторых других местах, где есть излишнее увлажнение.

В узкой кромке побережья морей Лаптевых и Восточно-Сибирского климатические и мерзлотные условия настолько суровы, что оказывают отрицательное влияние на развитие растительности. Обычно растительный покров сильно разрежен, а растения, входящие в его состав, имеют угнетенный вид. Здесь находит распространение только лишайниковая тундра, которая встречается на водоразделах и в горных районах остальной территории. Растительный покров здесь не сомкнут, травы и кустарники представлены единичными экземплярами. Широко развиты низинные травяно-гипновые болота. Промерзание болот и подстилающих рыхлых отложений с их своеобразным гидрологическим и теплофизическим режимом приводит к формированию сильнольдистых ММП.

Формирующаяся мерзлота в значительной степени определяет динамику растительного покрова. Способствуя заболачиванию почвы, понижению ее температуры, ухудшению минерального питания и аэрации почвы, они благоприятствуют развитию болотной растительности и смене травянистых покровов болотами, а болот – тундрами. Этому в значительной степени способствуют возникновение полигонально-валикового микрорельефа и формирование типичных тундроболот. По всей территории тундр широко развиты мерзлотные процессы, из которых наиболее распространено и активно моро-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

зобойное растрескивание грунтов. В пределах речных долин и озерных котловин, а иногда и на междуречных пространствах этот процесс сопровождается формированием современных повторно-жильных льдов.

На пониженных местах по морозобойным трещинам зеленеют осока прямостоящая, пушица Шейхцера и узколистная. На пятнах суглинка, вокруг валиковых полигонов развиты угнетенные побеги полярного мака, лисохвоста альпийского и других видов. На пониженных увлажненных участках на суглинках в развитии мерзлотных процессов преобладающая роль принадлежит мхам низинного типа, но без открытого зеркала воды, которые постепенно замещаются фитоценозом, характерным для верховых болот.

Типично тундровые болотные ландшафты занимают практически все пространство Приморских низменностей, Анабаро-Оленекского междуречья и дельты р. Лены. В типичной тундре в процессе торфонакопления обнаруживаются определенные стадии, связанные с динамикой подземных льдов. В развитии тундровых болот и динамики подземных льдов отмечается непрерывная цепь соподчиненных процессов, приводящих к общему заболачиванию тундровых пространств. Динамика растительности начинает влиять на СТС в сторону его уменьшения, тем самым препятствуя развитию термокарстовых процессов.

Поверхность тундроболот разбита морозобойными трещинами на прямоугольники или многоугольники с различной длиной сторон (иногда до 50 м). По краям полигонов, вдоль морозобойных трещин, образуются выпуклые валики высотой 20–30 см, а иногда и до 50 см.

Полигонально-валиковые болота представляют собой начальную стадию заболачивания территории и имеют соответствующий комплекс ассоциаций. На этой стадии увеличиваются проективное покрытие и видовой состав фитоценозов, возникает комплекс благоприятных ландшафтных и геокриологических условий для развития ПЖЛ и мелководных заболоченных озерков. Полигонально-валиковый рельеф создает дифференциацию поверхностных условий: различия в темпе осадконакопления, растительности, глубине протаивания на валиках и внутри полигонов. Основной фон образуют мочажины (ванночки полигонов), занятые типичными болотными фитоценозами – пушициево-осоковой растительностью и покровом из влаголюбивых мхов. В начальной стадии развития болота валики задернованы, и на них много мхов. Валики перераспределяют поступающую влагу и фактически исключают дренаж поверхности. Наличие валиков на тундровых поверхностях способствует застою в них воды и преимущественному заполнению пойменными аллювиальными отложениями ванночек, тем самым предопределяя заболачивание поверхности и увеличение скорости нивелирования полигонально-валикового микрорельефа, понижение температуры в мочажинах. При этом глубина СТС снижается до 20–40 см.

Эти различия проявляются в облике полигональной тундры, где в особо влажные годы появляются окна открытой воды, принимаемые часто многими исследователями за массовое проявление термокарста.

Дальнейшее развитие заболоченного полигонально-валикового рельефа соответствует зарастанию мочажин, постепенному сближению видовых растительных составов мочажин и валиков и резкому уменьшению СТС до 10–20 см.

В южной части тундры значительные площади занимают плоскобугристые болота. Генетически плоскобугристые болота связаны с полигонально-валиковыми, являясь их более поздней стадией развития при частичной деградации повторно-жильных льдов. Плоскобугристые болота представляют собой чередование невысоких (20–30 см) бугров или гряд с обширными мочажинами. Как правило, мочажинами занята большая часть площади, чем буграми. На дне мочажин часто можно наблюдать небольшие озерки. В растительном покрове бугров господствуют мхи и лишайники.

Общая картина заболачивания тундр дополняется активным зарастанием неглубоких озер. Вначале на берегах поселяются арктофила, осоковые и некоторые водные растения, образующие сплавину. В дальнейшем здесь формируется травяно-гипновое болото с большим обилием нескольких видов болотных мхов. Затем, в результате накопления растительных остатков и появления морозобойных трещин, на поверхности болота образуются невысокие (до 1 м) валики и гряды вдоль трещин, а между ними – обводненные мочажины (диаметром от 5 до 20 м) с зелеными мхами и немногими побегами пушиц и осок. Так, на месте озер, в результате их зарастания, формируются мерзлые отложения, коренным образом отличающиеся от минеральных.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что в современных условиях заболачивание на огромных территориях приморских низменностей является ведущим процессом, и этому в значительной степени способствует динамика криогенных процессов, связанных с очень низким температурным режимом заболоченных участков.

Литература

Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к «Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2500000») / А.Н. Федоров и др. Новосибирск: ГУГК, 1989.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

МЕТАН И УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

А.В. Наумов
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
naumov@issa.nsc.ru

В Западной Сибири значительная часть подзоны средней тайги заболочена. Встречающиеся здесь болотные экосистемы весьма разнообразны. В качестве основных черт болотных массивов обычно рассматриваются особенности их происхождения, тип минерального питания, характер микрорельефа, растительность, мощность и состав торфяной залежи и некоторые другие (Базилевич, 1967; Болота...,1976; Пьявченко, 1967а, б; Пьявченко, Сибирева, 1962; Романова, Усова, 1969; Козловская и др., 1978; Лисс, Березина, 1981; Храмов, Валуцкий, 1977 и другие). Газообмен сибирских болот, в частности эмиссия углекислого газа и метана, изучен мало. Лишь в последние несколько лет появился ряд работ, включающих количественные оценки потоков CO_2 и CH_4 на болотах южной и северной тайги Западной Сибири (Наумов, 1997; Наумов и др., 1994; Инишева, 2001; Panikov et al., 1995, 1997; Maksyutov et al., 1999; Glagolev et al., 2001; Golovatskaya et al., 2001; Naumov, 2001; Shimoyama et al, 2001). Подзона средней тайги в этом отношении все еще остается "белым пятном". Данные, полученные разными исследователями в разные годы и, по сути, на разных объектах, чаще всего оказываются несопоставимыми. В настоящей работе приведены результаты наблюдений за эмиссией парниковых газов и оценки основных составляющих углеродного цикла болотных экосистем средней тайги, рассматриваются регулирующие факторы среды.

Объекты и методы

Исследования проводились на двух болотных массивах атмосферного и грунтово-атмосферного питания. Первый болотный массив расположен примерно в 5 км от г. Нижневартовска (Тюменская обл.) на правобережных террасах р. Вах. Более половины площади массива занимают крупные грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые олиготрофные комплексы. Около 15–20% занимают выпуклые сосново-кустарничково-сфагновые сообщества – рямы. По краю болота и на границе с минеральными островками встречаются открытые осоково-сфагновые топи. Измерения проводились в наиболее характерных типах болотных экосистем: сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото (рям) S1, олиготрофное осоково-сфагновое болото S2 в грядово-мочажинном комплексе (мочажинная часть), проточная осоково-сфагновоя топь смешанного питания на границе с минеральной гривой S3.

Второй болотный массив расположен в 60 км к северо-востоку от Нижневартовска по правому берегу р. Ватинский Еган (правый приток р. Обь) у основания южного склона Аганского материка. Выход грунтовых вод преимущественно определяет минеральное питание массива и своеобразие растительного покрова и торфяной залежи. Присклоновая часть массива занята лесным топяным болотом с сосной и березой высотой до 13–15 м. В напочвенном покрове преобладают разнообразные виды лесных и болотных кустарников, трав, зеленых и сфагновых мхов. Центральная часть болота занята обширной открытой кустарничково-осоково-сфагновой топью. Микрорельеф здесь образован рыхлыми сфагновыми кочками, разделенными глубокими узкими межкочьями, занимающими до 20% поверхности. Уровень болотных вод находится на 25–30 см ниже поверхности кочек. Измерения газовых потоков и отбор проб болотной воды на анализ растворенных газов проводились в центре массива в минеротрофной кустарничково-осоково-сфагновой топи S4.

Измерения CO_2 и CH_4 потоков

Для оценки потоков углекислого газа и метана мы использовали полевой камерный метод. Камеры состояли из стального нержавеющего основания размером 10x10 см с углублением для герметизирующей жидкости и прозрачного пластикового колпака. Общий объем камеры составлял 2 л. При измерении суммарного дыхания камеры накрывали плотным солнцеотражающим чехлом. В ходе экспозиции из-под колпака отбирали шприцем через тонкую ПВХ трубку три пробы с интервалом 10 мин. После этого чехол снимали и еще через 10 мин отбирали четвертую пробу. Скорость потоков CO_2 и CH_4 в темноте рассчитывали по уравнению линейной регрессии по трем последовательным значениям концентрации газа. Иногда используются более сложные нелинейные модели, но они, как правило, более чувствительны к ошибкам измерений и требуют большего количества экспериментальных точек для одной кривой (Орлов и др., 1987; Hutchinson, Mosier, 1981; Pedersen et al., 2001). Для сравнения мы использовали расчеты газовых потоков по стохастической диффузионной модели. Программа численной обработки первичных данных любезно предоставлена д-ром А.Р. Педерсеном. Средние оценки скоростей потоков для каждого срока отбора рассчитывали методом взвешенной средней (Грановский, Сирая, 1990).

Скорость поглощения или выделения газов на свету оценивали по изменению концентрации газов внутри

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

камеры после снятия солнцезащитного непрозрачного чехла. Анализ газовых проб проводили на хроматографе "Кристалл 5000" с пламенно-ионизационным детектором и метанатором (Специализированное конструкторское бюро "Хроматэк", Россия). Обработку хроматограмм выполняли с помощью специализированной программы "Chromatec-Analytic", поставляемой фирмой-изготовителем хроматографа. Использовали насадочную колонку М-3м х 2 мм с Porapak N 80/100 (температура колонки – 60 °С, газ-носитель – аргон).

Анализ растворенных газов

Воду для анализа растворенных газов отбирали с помощью латунной трубки. Часть пробы сразу использовали для определения pH на портативном полевом прецезионном pH-метре. Другую часть в шприце (без пузырьков) доставляли в полевую лабораторию. Шприц с болотной водой заполняли до определенного объема аргоном и выдерживали для установления равновесия в течение 30–40 мин, периодически встряхивая. Состав газовой фазы определяли хроматографически. В расчетах использовали справочные данные по растворимости газов в воде (Gevantman, 1997).

Результаты и обсуждение

Эмиссия углекислого газа и метана

При анализе полученных материалов были использованы измеряемые и расчетные параметры в соответствии с принятыми в научной литературе обозначениями. Чистое поглощение углекислого газа на свету, NEP (a net ecosystem production value), определяется соотношением NEP = GPP – AR – SR, где GPP – гросс-фотосинтез или валовая первичная продукция, AR – дыхание надземных частей растений, SR – почвенное дыхание. Под дыханием почвы в данной работе мы понимаем поток CO_2 с поверхности почвы в атмосферу, который представляет собой совокупное проявление биологических, биохимических, физико-химических и физических процессов в торфяной толще. Величину Res = AR + SR мы называем общим дыханием экосистемы (total ecosystem respiration).

В рямовом сообществе общее дыхание изменялось в течение летнего сезона от 4,2 до 19,0 мг С/м^2/ч (Рис.1, кривая 2) и имело два выраженных максимума в конце июля и в конце августа. Минимальные значения совпали с относительно сухим периодом. В это время уровень болотной воды даже в обводненных мочажинах понизился на 5–7 см. Во время периода наблюдений скорость нетто-поглощения CO_2 на свету изменялась синхронно с общим дыханием и была несколько выше последнего (линейная модель), что обеспечило общий положительный баланс углерода в болотной экосистеме.

На осоково-сфагновом олиготрофном болоте скорости общего дыхания и NEP были меньше, чем в рямовом сообществе. Это связано с меньшими запасами живой фитомассы и низкой температурой в слое торфа. Синхронная динамика этих составляющих углеродного баланса здесь также имела место.

Как видно из рис. 1, оценки суммарного дыхания, рассчитанные на основании стохастической диффузионной модели, в отдельные сроки значительно выше, чем оценки, полученные по уравнению линейной регрессии. Это связано с вкладом диффузионной составляющей при измерении потоков камерным статическим методом по накоплению измеряемого компонента внутри ограниченного объема. Таким образом, в отдельных случаях пренебрежение этим процессом может привести к существенно заниженным результатам.

Зависимость между потоками углекислого газа в темноте и на свету на верховом болоте описывалась линейной регрессией вида: для рямового сообщества NEP = 2,170 – 2,281*Res (R^2 = 0,83 , n= 60), а для мочажинного NEP = –0,528 – 2,097*Res (R^2 = 0,89, n=72). Минус перед независимой переменной в этих уравнениях указывает на разную направленность потоков.

Неожиданным для нас оказалось соотношение NEP и Res 27 июля на осоково-сфагновом олиготрофном болоте. Так как мы не имели возможность провести в это время дополнительные эксперименты, проливающие свет на это явление, то в настоящей статье мы ограничились лишь следующим предположением. Прежде всего сильная зависимость нетто-поглощения экосистемы от потока CO_2 с поверхности болота, по-видимому, может свидетельствовать об углекислотном лимитировании фотосинтеза болотных растений, ассимиляционный аппарат которых формировался в отдаленном прошлом при более высоких уровнях углекислого газа и низкого содержания кислорода в атмосфере. Таким образом, в условиях ограничения скорости фотосинтеза низкой концентрацией CO_2 в клетках мезофилла, значительную долю в газообмене C_3-растений будет составлять фотодыхание (Кээрберг, Вийль, 1982). Скорость этого процесса значительно возрастает с уменьшением внутрилистовой концентрации CO_2 (Лайск, 1977; Рубин, Гавриленко, 1977). Этот эффект особенно усиливается в жаркие, безветренные дни. Снижение скорости эмиссии CO_2 в затемненных камерах скорее всего было обусловлено метаболическими реакциями темновой стадии и растворением газа в жидкой фазе внутри листа после исключения светозависимой составляющей.

Экстраполируя данные по динамике NEP и Res на период в 150–180 дней и приняв среднюю продолжительность светового дня 17 часов, мы рассчитали возможный годовой баланс углерода на верховом болоте в условиях средней тайги (без учета зимнего периода). Так, на сосново-кустарничково-сфагновом верховом болоте общее дыхание могло составить 41–49, а на олиготрофном осоково-сфагновом – 17–20 г С/м^2/год. Рассчитанные величины нетто-продукции экосистемы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(NEP) были 50–70 и 26–32 г С/м²/год соответственно. Таким образом, суммарная ассимиляция (gross primary production) составила бы в первом случае 100–119, а во втором – 43–51 г С/м²/год, или с учетом диффузионной компоненты – 125–160 и 76–92 г С/м²/год соответственно. В условиях южной тайги аналогичное сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото выделяло в среднем за год 60–64 г С/м² (Golovatskaya et al., 2001). На бореальном олиготрофном фене в Финляндии GPP была 300 г С/м²/год. При этом общее дыхание за летний период составило примерно половину от этой величины (Alm et al., 1997). А на верховом болоте в условиях исключительно сухого летнего периода баланс был отрицательным, то есть эмиссия CO_2 превысила поступление за счет фотосинтеза (Alm et al., 1999). Годовые эмиссионные потоки CO_2–С (включая зимний период) на финских болотах составляли от 52 (ridge-hollow bog) до 618 (herb-rich fen) г С/м² (Silvola et al., 1996). На верховом болоте в условиях европейской территории России эмиссия в разные годы была 138 и 282 г С/м²/год (Курбатова, 2002). Приведенные оценки иллюстрируют значительную зависимость балансовых характеристик от региональных особенностей, условий питания, погодно-климатических и прочих факторов.

Чтобы получить представление о влиянии условий формирования болот на компоненты углеродного цикла, мы сравнили скорости CO_2-газообмена в болотных экосистемах с разным режимом минерального питания (табл.1). Самые низкие оценки составляющих углеродного баланса были получены для олиготрофной мочажины в грядово-мочажинном комплексе S2, несмотря на лучшие условия прогревания деятельного слоя. Самые высокие скорости потоков наблюдались на болоте смешанного питания (poor fen) S3 при средней температуре торфа 13 °С. Рям S1 и эвтрофное болото (rich fen) S4 занимали промежуточное положение. При высоких запасах фитомассы S4 экосистема (rich fen) имела сравнительно низкие оценки показателей углеродного баланса по причине, на наш взгляд, низкой теплообеспеченности торфяной залежи.

Потоки метана на исследованных объектах сильно варьировали в пространстве и во времени (табл. 2). В рямовом сообществе не было зарегистрировано постоянного потока CH_4 в атмосферу. В течение летнего времени наблюдались как выделение, так и поглощение метана в разные сроки. Обводненные мочажины в грядово-мочажинном комплексе были источником метана со средней интенсивностью 0,25 мг CH_4–С/м²/ч, что в годовом балансе углерода составляет примерно 4,5–5 %. В начале сентября выделение метана на верховом болоте не было зафиксировано, хотя на минеротрофных болотах S3 и S4 потоки составили 0,30±0,12 и 0,24±0,19 мг CH_4–С/м²/ч соответственно. На свету обычно наблюдалось снижение скорости потока метана или даже его поглощение. Полученные нами оценки потоков метана не были такими высокими, как на финских болотах (Nykdnen et al., 1998), что, возможно, связано с погодными условиями года и снижением скорости эмиссии в конце сезона. Использование стохастической диффузионной модели для расчета потоков метана также дает более высокие результаты, и, по-видимому, более надежные.

Содержание растворенных газов

Концентрация растворенного углекислого газа в болотной воде мочажин увеличивалась фактически линейно до глубины 60 см (рис. 2). Ниже содержание CO_2 либо несколько снижалось, на 20–30%, либо выходило на постоянное значение.

Содержание метана в профиле увеличивалось с глубиной ступенчато. Можно выделить два характерных слоя с относительно постоянной концентрацией растворенного CH_4 – 30–90 и 120–150 см. С переходом к нижележащему слою концентрация метана резко увеличивалась – примерно в 1,5–2 раза. В слое 150–180 см обычно отмечалась значительная доля газовой фазы, что фиксировалось по обильному поступлению пузырьков при отборе проб болотной воды. Ступенчатый характер кривых содержания растворенного метана, по-видимому, связан с несколькими механизмами транспорта газа в торфяной толще. Резкое снижение концентрации CH_4 в переходном слое 90–120 см очевидно указывает на возможность выноса с пузырьками или в газовой фазе по воздушным полостям и каналам. Для углекислого газа основной механизм транспорта, по-видимому, представлен диффузией в жидкой фазе, т.к. в составе пузырьков его было сравнительно мало 5–8 %.

Содержание растворенного CO_2 и CH_4 на болотах разного типа питания было разным (рис. 3). Более высокими концентрациями в верхнем 30-см слое выделялась осоково-сфагновая топь S3 (poor fen). Ниже 30 см чистый отбор болотной воды для анализа здесь осуществить не удалось из-за высокой насыщенности газом всего слоя торфа до минерального основания. На двух других болотах, олиготрофном осоково-сфагновом (мочажинном) болоте S2 и эвтрофном кустарничково-осоково-сфагновом S4 (rich fen), распределение растворенных газов в торфяной толще было похожим. Концентрация метана постепенно увеличивалась с глубиной. Содержание углекислого газа сначала увеличивалось до определенной глубины (60 см в первом случае и 90 см во втором), а ниже менялось сравнительно мало. Величины pH болотной воды в исследованных экосистемах также изменялись с глубиной по-разному. Минеротрофные болота отличались более высокими значениями pH, однако имели разную тенденцию изменения этого показателя в торфяной толще.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

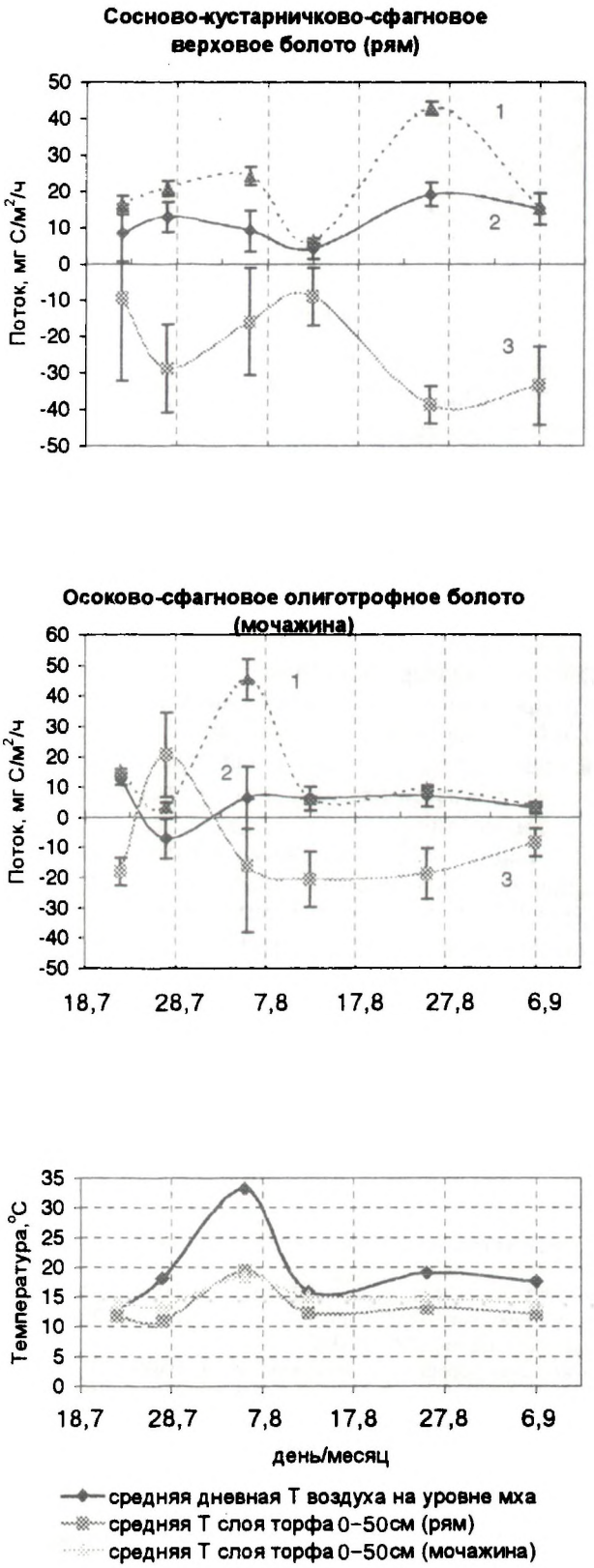


Рис.1. Потоки углекислого газа и температурные условия в экосистемах верхового болота: *1* – общее дыхание (стохастическая диффузионная модель); *2* – общее дыхание (линейная регрессия); 3 – нетто-продукция экосистемы, NEP

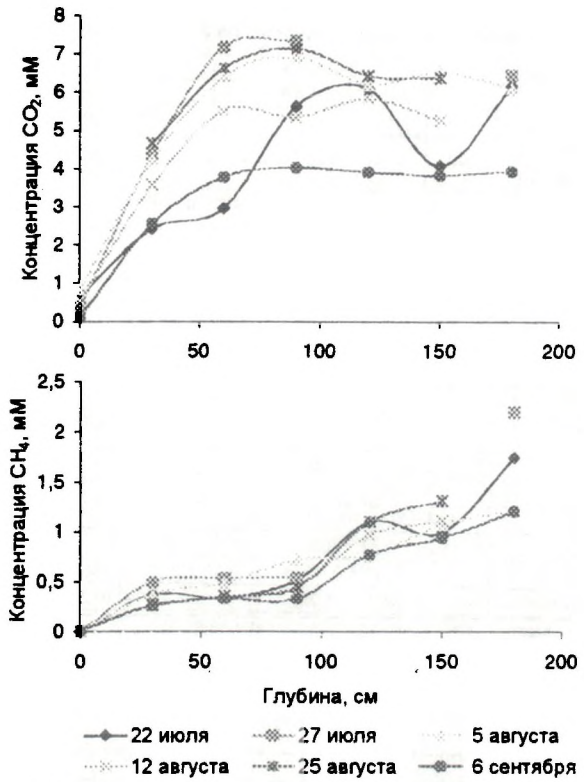


Рис. 2. Профильное распределение растворенных CO_2 и CH_4 на олиготрофном осоково-сфагновом болоте (мочажина)

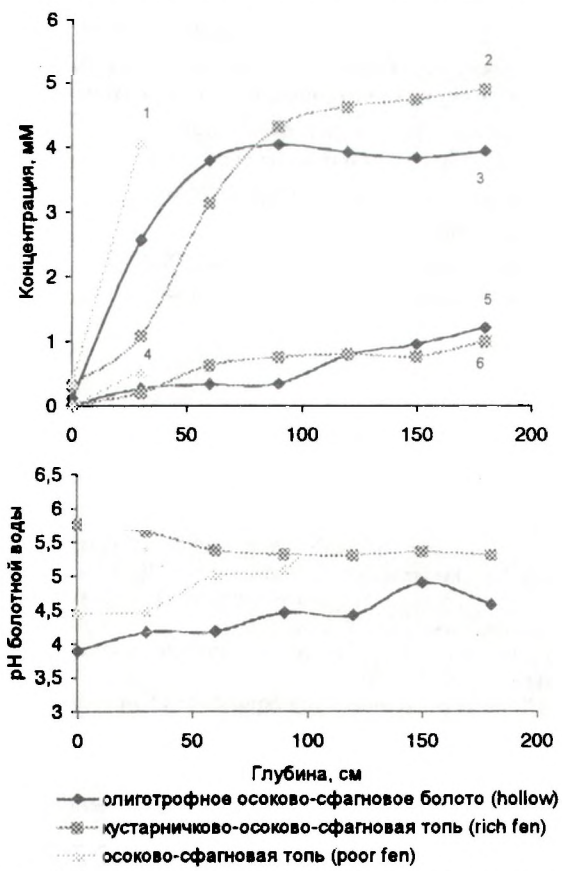


Рис. 3. Содержание растворенных CO_2 и CH_4 и pH болотной воды на болотах разного типа минерального питания: *1, 2, 3* – двуокись углерода; *4, 5* и 6 – метан

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Компоненты углеродного баланса на болотах разного типа питания (начало сентября), среднее±ст. ошибка, мг С/м²/ч

Экосистема	Дыхание	NEP	GPP	T_1, °C	T_2, °C
S1 (ryam)	15,1 ± 4,3	33,6 ±10,8	48,6 ±14,6	17,5	12,1
S2 (hollow)	3,0 ± 1,8	8,5 ± 4,7	11,5 ± 6,5	17,5	13,8
S3 (poor fen)	36,3 ± 4,9	77,0 ±10,2	113,3 ±14,9	17,3	13,0
S4 (rich fen)	17,6 ± 7,8	19,4 ±13,5	36,9 ±19,3	17,9	10,7

Примечание. NEP – нетто-продукция экосистемы; GPP – гросс-фотосинтез (валовая продукция экосистемы); T_1 – температура воздуха у поверхности сфагнума; T_2 – средняя температура 0–50-см слоя торфа.

Таблица 2

Потоки метана в экосистемах верхового болота, среднее±ст. ошибка, мг С/м²/ч

Дата	Сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото ("рям")		Олиготрофное осоково-сфагновое болото ("мочажина")	
Модель	Линейная	Стохастическая	Линейная	Стохастическая
22.07.01	–0,20 ± 0,21	0,118±0,064	0,57 ± 0,26	0,55±0,06
27.07.01	–0,13 ± 0,19	0,166±0,020	0,25 ± 0,14	0,75±0,19
5.08.01	0,06 ± 0,08	0,216±0,164	–0,50 ± 1,05	1,43±0,11
12.08.01	–0,22 ± 0,19	–0,039±0,008	0,53 ± 0,26	н.у.*
25.08.01	0,00 ± 0,05	–0,556±0,083	0,40 ± 0,23	н.у.
Среднее	–0,08 ± 0,06	–0,012±0,006	0,25 ± 0,23	–

* н.у. – выборка не удовлетворяет условиям модели.

***

В данном сообщении представлены материалы, которые заполняют существовавший до настоящего времени пробел в знаниях о функционировании болот в подзоне средней тайги в Западной Сибири. Получены современные оценки потоков углекислого газа и метана на омбротрофных и минеротрофных болотах в регионе с интенсивной добычей природного газа и нефти. Измерения проводились в полевых условиях на природных объектах, не испытавших на себе влияние антропогенного воздействия. По этой причине они рассматриваются как фоновые.

Установленная тесная связь между общим дыханием и нетто-потреблением вскрывает важный регуляторный механизм углеродного баланса в болотной экосистеме. Профильное распределение растворенных газов CO_2 и CH_4 и характер изменения показателя pH болотной воды с глубиной также устанавливают различие болотных экосистем с разным питательным и гидрологическим режимом.

Настоящая работа выполнена в рамках проекта "Climite in relation to Carbon accumulation: spatial and temporal analyses of West Siberian peat ecosystems (CIRCA)" № 99–01718 при финансовой поддержке INTAS. Считаем необходимым выразить благодарность фонду за финансовую поддержку и возможность проведения исследований. Автор признателен д-ру А.Р. Педерсену (Дания) за предоставленное программное сопровождение стохастической диффузионной модели.

Литература

Базилевич Н.И. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Васюганья // Растительные ресурсы. 1967. Т. 3. Вып. 4. С. 567–588.

Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим // Под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 447 с.

Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л.: Энергоатомиздат Ленингр. отд, 1990. 228 с.

Инишева Л.И. Болота и биосфера. // Российская наука на заре нового века. М.: Научный мир, 2001. С. 330–340.

Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. 176 с.

Курбатова Ю.А. Вертикальные потоки тепла, влаги и углекислого газа на верховом болоте юга Валдайской возвышенности. Автореф. дис... канд. биол. наук, М., 2002. 27 с.

Кээрберг О.Ф., Вийль Ю.А. Системы регуляции и энергетика восстановительного пентозофосфатного цикла //Физиология фотосинтеза. М.: Наука, 1982. С. 104–116.

Лайск А.Х. Кинетика фотосинтеза и фотодыхания С3-растений. М.: Наука, 1977. 196 с.

Лисс О.Л., Березина Н.А. Болота Западно-Сибирской равнины. М.: МГУ, 1981. 205 с.

Наумов А.В. Дыхание растений и эмиссия углекислого газа в болотной экосистеме// Сибирский экологический журнал. 1997. Вып. 4. С. 385–391.

Наумов А.В., Ефремова Т.Т., Ефремов С.П. К вопросу об эмиссии углекислого газа и метана из болотных почв южного Васюганья//Сибирский экологический журнал. 1994. Вып. 3. С. 269–274.

Орлов Д.С., Минько О.И., Каспаров С.В., Аммосова Я.М., Глаголев М.В. Методы изучения газовой функции почв // Современные методы исследования почв. М.: МГУ, 1987. С. 118–156.

Пьявченко Н.И. Некоторые итоги стационарного изучения взаимоотношения леса и болота в Западной Сибири // Взаимоотношения леса и болота. По данным стационарных исследований. М.: Наука, 1967а. С. 7–42.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Пьявченко Н.И. О продуктивности болот Западной Сибири // Растительные ресурсы, 19676. Т. 3. Вып. 4. С. 523–533.

Пьявченко Н.И., Сибирева З.А. Некоторые результаты стационарного изучения взаимовлияния леса и болота в подзоне средней тайги // Тр. Ин–та леса и древесины АН СССР. 1962. Т. 53. С. 174–203.

Романова Е.А., Усова Л.И. Геоботаническая и краткая гидрологическая характеристика болотных ландшафтов водораздела рек Вах и Ватинский–Еган Западной Сибири // Труды Государственного гидрологического ин-та. 1969. Вып. 157. С. 98–122.

Рубин Б.А., Гавриленко В.Ф. Биохимия и физиология фотосинтеза. М.: МГУ, 1977. 328 с.

Храмов А.А, Валуцкий В.И. Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья (структура и биологическая продуктивность). Новосибирск: Наука, 1977. 222 с.

Alm J., Schulman L., Walden J., Nykдnen H., Martikainen P.J., Silvola J. Carbon balance of a boreal bog during a year with an exceptionally dry summer. Ecology. 1999. 80(1):161–174.

Alm J., Talanov A., Saarnio S., Silvola J., Ikkonen E., Aaltonen H., Nykдnen H., Martikainen P.J. Reconstruction of the carbon balance for microsites in a boreal oligotrophic pine fen, Finland. Oecologia. 1997. 110: 423–431.

Gevantman L.H. Solubility of selected gases in water. In: CRC Handbook of Chemistry and Physics. 77th Edition. Boca Raton–New York–London–Tokyo: CRC Press. 1997. P. 6.3–6.7.

Glagolev M., Inisheva L., Lebedev V., Naumov A., Dement'eva T., Golovatskaja E., Erohin V., Shnyrev N., Nozhevnikova A. The emission of CO2 and CH4 in geochemically similar oligotrophic landscapes of West Siberia. In: Proceedings of the ninth symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 2000. Sapporo, Japan. 2001. P. 112–119.

Golovatskaya E.A., Belova E.V., Dementieva T.V., Inisheva L.I. Seasonal dynamics of carbon flow in native and antropogeneous oligotrophic and eutrophic bogs. In: West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present // Proceedings of the International Field Symposium. Noyabrsk, August 18–22, 2001. P. 82–84.

Hutchinson G.L., Mosier A.R. Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. Soil Science Society of America Journal. 1981. 45(2): 311–316.

Maksyutov S., Inoue G.,Sorokin M., Nakano T., Krasnov O., Kosych N., Mironycheva-Tokareva N., Vasiliev S. Methan fluxes from wetland in West Siberia during April-October 1998. In: Proceedings of the Seventh Symposium on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1998. Tsukuba, Japan. 1999. P. 115–124.

Naumov A.V. Emission of CH4 and CO2 in connection with temperature conditions of peat bog soils in the northern taiga subzone. In: West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present // Proceedings of the International Field Symposium. Noyabrsk, August 18–22, 2001. P. 110–112.

Nykdnen H., Alm J., Silvola J.,Tolonen K., Martikainen P.J. Methane fluxes on boreal peatlands of different fertility and the effect of long-term experimental lowering of the water table on flux rates. Global Biogeochemical cycles. 1998. 12(1): 53–69.

Panikov N.S., Glagolev M.V., Kravchenko I.K., Mastepanov M.A., Kosych N.P., Mironycheva-Tokareva N.P., Naumov A.V., Inoue G., Maxutov S. Variability of methan emission from west-siberian wetlands as related to vegetation type. Ecologycal chemistry. 1997. 6(1):59–67.

Panikov N.S., Sizova M.V., Zelenev V.V., Machov G.A., Naumov A.V., Gadzhiev I.M. Methan and carbon dioxide emission from several Vasyugan wetlands: spatial and temporal flux variations. Ecological chemistry. 1995. 4(1): 13–23.

Pedersen A.R., Petersen S.O., Vinter F.P. Stochastic diffusion model for estimating trace gas emission with static chambers. Soil Science Society of America Journal. 2001. 65(1): 49–58.

Shimoyama K., Inoue G., Hiyama T., Fukushima Y. Seasonal variation of carbon dioxide and water vapor fluxes from wetland in west Siberia near Tomsk. In: West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present // Proceedings of the International Field Symposium. Noyabrsk, August 18–22, 2001. P. 120–123.

Silvola J., Alm J., Ahlholm U., Nykдnen H., Martikainen P.J. CO2 fluxes from peat in boreal mires under varying temperature and moisture conditions. Journal of Ecology. 1996:84. 219–228.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

БОЛОТА БАССЕЙНА РЕКИ КИХЧИК (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)

В.Ю. Нешатаева, В.Ю. Нешатаев
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург,
Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, г. Санкт-Петербург
val@VN1872.spb.edu

Болота Камчатки до сих пор изучены довольно слабо, в литературе описаны лишь единичные болотные массивы отдельных районов полуострова. Первые сведения о болотах Камчатки приводит В.Л. Комаров (1912, 1940), выделявший моховые болота как формацию ***Sphagneta,*** которую он включал в группу тундровых формаций, с чем вряд ли можно согласиться. Он же отметил морошковые болота в нижнем течении р. Большая (Западная Камчатка) с участием *Rubus chamaemorus, Carex middendorffii, Ledum decumbens, Vaccinium uliginosum* и видов рода *Sphagnum.*

Эрик Хультен (Hulten, 1927, 1974), работавший на Южной Камчатке в составе Шведской экспедиции в 1920–1922 гг., выделил пять болотных ассоциаций, из которых только четыре можно считать собственно болотными: ***Carex – Sphagnum ass.*** – торфяные болота с участием росянки и клюквы; ***Carex – Sanguisorba tenuifolia – Moss ass.*** – низинные осоковые болота с участием касатика щетинистого, гипновых и сфагновых мхов; ***Carex – Myrica tomentosa – Sphagnum ass.*** – переходные болота с восковницей и сфагновыми мхами; ***Carex – Myrica ass.*** – осоково-восковницевые переходные болота. Пятая ассоциация – ***Filipendula camtschatica – Calamagrostis langsdorffii – Sanguisorba tenuifolia*** – представляет собой сообщества гигрофильных лугов.

На Западном побережье Камчатки общая площадь болот составляет около 2,6 млн га (Бокитько, 1949). Н.В. Павлов (1937) выделил на юге Большерецкого района (Западная Камчатка) три типа болот: 1– сфагновые водораздельные болота, 2 – террасные болота и 3 – низинные пойменные болота. Он отмечал, что низинные пойменные болота встречаются в этом районе довольно редко, они представляют собой заболоченные старицы рек. Террасные болота распространены более широко и приурочены к верхним частям террас и подножиям возвышенностей. Наиболее широко распространены в Большерецком р-не обширные массивы моховых болот, приуроченные к плоским водоразделам и отличающиеся выпуклой формой. Этот тип водораздельных моховых болот поднимается по верховьям рек в горы, сползая периферическими частями в долины и образуя наклонные висячие болота на склонах. Большая часть сфагновых болот Западного побережья отличается довольно мелкой торфяной залежью – 2,5–3,5 м. Однако М.И. Нейштадт (1936) описал прибрежный торфяник в устье р. Большая мощностью свыше 6 м.

Е.Л. Любимова (1940), изучавшая болота Западной Камчатки, отмечает, что средняя мощность торфяной залежи составляет 2–3,5 м. На речных террасах болота подстилаются оглеенными супесями и песками с галькой и преобладают на 2-й и 3-й надпойменных террасах. Эти болота довольно молодые, их возраст существенно меньше, чем у водораздельных болот, они отличаются маломощной торфяной залежью – от 25 до 100 см, средняя мощность залежи – 50–75 см, преобладают низинные и переходные торфы. Растительность террасных болот представлена травяными и травяно-сфагновыми ассоциациями. Водораздельные болота подстилаются оглеенными суглинками, часто с включениями гальки и небольших валунов. На пологих склонах водоразделов встречаются комплексы низинных или переходных болот и вейниковых лугов. На вершинах водоразделов обычны выпуклые торфяники, которые М.С. Боч (1995) относит к болотам-плащам. Мощность торфяной залежи таких болот – 2,5– 3,5 м, верхний горизонт залежи (до 50 см) образован осоково-сфагновым торфом, средний горизонт (мощностью до 1 м) – сфагновым торфом, а нижний – смешанным осоково-гипново-сфагновым торфом. Характерным признаком западно-камчатских болот является наличие в торфяной залежи прослоек вулканического пепла, впервые описанных М.И. Нейштадтом (1936).

Е.Л. Любимова (1940) подразделяет болота Западной Камчатки на низинные, переходные и верховые. Она отмечает, что низинные и переходные болота встречаются на речных террасах и в поймах рек, иногда – на приморской равнине на месте бывших озер и лагун, нередко – по окраинам водоразделов на границе с каменноберезняками. В этом случае в составе болотных сообществ значительна примесь луговых видов. Среди сфагново-травяных болот она выделяет: 1 – осоковые болота с преобладанием *Carex rhynchophysa, C. vesicata, Eriophorum polystachyon*; 2 – осоковые болота с преобладанием *Carex vesicata*; 3 – осоковые болота с преобладанием *Carex middendorffii*; 4 – пушицевые болота с преобладанием *Eriophorum polystachyon*; 5 – пушицевые болота с преобладанием *Eriophorum brachyantherum* (в северных районах Западной Камчатки); 6 – болота с примесью луговых видов (*Sanguisorba tenuifolia, Iris setosa, Calamagrostis langsdorffii, Carex spp.*) на маломощной торфяной залежи (менее 1 м); 7 – вахтово-осоковые болота с преобладанием *Carex cryptocarpa, Menyanthes trifoliata* с участием эвтрофных сфагновых мхов; 8 – восковниково-вахтовые болота с преобладанием *Menyanthes trifoliata, Myrica tomentosa.* Верховые болота подразделены на три типа: *лишайниковые* (отмечены на севере Западной Камчатки, занимают небольшие площади), *бугристые* (встречаются на севере Западной Камчатки, в Тигильском р-не), *сфагновые.*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Материалы и методы

В августе 2001 г. изучена растительность болот ключевого участка в бассейне р. Кихчик (Большерецкий р-н Камчатской обл.). Ключевой участок заложен вдоль трассы строящегося газопровода «Соболево – Петропавловск» на территории холмисто-увалистой равнины и в предгорьях Срединного хребта. Общая заболоченность исследованного района довольно значительна и составляет около 30–40% площади ключевого участка. В нижнем течении р. Кихчик, на расстоянии менее 20 км от Охотского моря, заболоченность территории – до 80%. Болота, наряду с каменноберезовыми лесами, являются наиболее характерным элементом растительного покрова изученного района. Болотные массивы распространены в долинах рек и ручьев, а также на плоских водоразделах.

Геоботанические исследования на ключевом участке проводили маршрутными методами с закладкой временных и постоянных пробных площадей 10 х 10 м с привязкой по топографической карте и GPS. На каждой пробной площади выполняли подробное геоботаническое описание с детальным учетом флористического состава фитоценоза по ярусам, определением проективного покрытия (в %) для каждого яруса и вида. Для каждой пробной площади определяли положение в рельефе, высоту над уровнем моря, отмечали мощность торфяной залежи и соотношение элементов болотного комплекса.

При выделении ассоциаций учитывали флористический состав фитоценозов, соотношение эколого-фитоценотических групп видов и доминантов, особенности структуры сообществ в связи с условиями местообитания. Номенклатура синтаксонов соответствует рекомендациям Проекта Всероссийского кодекса фитоценотической номенклатуры (Нешатаев, 2001).

Классификация растительности болот

Разработана эколого-фитоценотическая классификация растительности болот ключевого участка в бас. р. Кихчик. Болотные сообщества отнесены к 7 ассоциациям, 3 формациям и 3 типам растительности.

Тип растительности *Sphagnetion* – гигрофильно-моховой.

Формация ***Sphagneta*** – олиготрофно-сфагновая.

Ассоциация 1. ***Sphagnetum empetroso-vacciniosum*** – голубично-шикшево-сфагновая. Сообщества ассоциации встречаются по окрайкам болот, наиболее характерны для окраинных частей водоразделов. Кустарниковый ярус разрежен (5–10%), иногда с участием кедрового стланика *(Pinus pumila)* или ерника (*Betula exilis),* восковник обычно отсутствует. В травяно-кустарничковом ярусе обильны шикша *(Empetrum nigrum*) – 10–20%, голубика *(Vaccinium uliginosum)* – 10–20%, брусника *(Vaccinium minus)* – 5%, осоки *Carex middendorffii* – 5–10%, *C. pauciflora* – 5%, *C. rariflora* – 2–3%. В моховом ярусе (общее покрытие – 95%) преобладают *Sphagnum fuscum* (35–40%), *S. russowii* (10–25%), *S. angustifolium* (10–20%), участвуют *S. papillosum, S. compactum, S. capillifolium, Pleurozium schreberii,* печеночники и др. (таблица, № 504, 506, 508, 509).

Формация ***Herbosphagneta*** – травяно-сфагновая.

Ассоциация 2. ***Herbosphagnetum myricosum tomentosae*** – восковниково-осоково-сфагновая.

Сообщества ассоциации преобладают в окраинном комплексе водораздельных болот, также встречаются на террасах речных долин. Характеризуются волнистым или мелкокочковатым микрорельефом. В кустарниковом ярусе доминирует восковник *Myrica tomentosa,* достигающий покрытия 40–50%. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают осоки (*Carex middendorffii, C. cryptocarpa)* и кустарнички (*Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum,* 10–20%), встречаются *Chamaedaphne calyculata, Cornus suecica, Oxycoccus palustris, O.microcarpus.* В моховом ярусе (покрытие 75–80%) преобладают *Sphagnum angustifolium* (50%), *S. russowii* (10%), *S. papillosum* (5%), *Pleurozium schreberii* (10%) и др. (таблица, № 507). Сообщества ассоциации описаны на Восточной Камчатке (Нешатаев и др., 1994).

Ассоциация 3. ***Herbosphagnetum caricosum middendorffii*** – миддендорфо-осоково-сфагновая. Сообщества ассоциации встречаются в периферических частях болотных массивов, приуроченных к центральным частям водоразделов. Характеризуются выраженным кочковато-топяным микрорельефом. На кочках (диаметром 0,5–1 м), занимающих до 30% площади сообщества, преобладают кустарнички, осока (*Carex middendorffii)* и сфагновые мхи *(Sphagnum fuscum),* встречаются зеленые мхи и лишайники. На коврах обильны осоки *(Carex pauciflora, Carex middendorffii),* сфагновые мхи *(S. papillosum, S. lindbergii*) и печеночники (таблица № 503, 512, 505).

Ассоциация 4. ***Herbosphagnetum caricosum limosae*** – топяно-осоково-сфагновая. Сообщества ассоциации приурочены к центральным частям водораздельных болотных массивов. Отличаются ровным микрорельефом, кочки не выражены. Кустарнички отсутствуют. Развиты сфагновые ковры (80%) из мезотрофных сфагновых и гипновых мхов (*Sphagnum papillosum, S. compactum, S. russowii, S. capillifolium, Calliergon stramineum).* На сфагновых коврах преобладают осоки (*Carex rariflora, C. middendorffii),* сиеверсия *(Sieversia pentapetala*), дерен шведский *(Cornus suecica),* седмичник *(Trientalis europaea*), мытник (*Pedicularis adunca*), росянка *(Drosera rotundifolia).* В обводненных округлых мочажинах (покрытие 20%, диаметр 80–100 см, глубина воды до 5 см), встречаются осоки *(Carex limosa, C. pauciflora, C. rotundata),* пухонос дернистый *(Trichophorum caespitosum),* печеночники (3–5%). Мощность торфяной залежи – 2,5 м. Для сообществ ассоциации характерно участие печеночных мхов, приуроченных к мочажинам (таблица, № 510).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Геоботанические описания болот бассейна р. Кихчик (Западная Камчатка)

Ярусы и виды	Номер описаний													
	Покрытие, %													
	504	506	508	509	507	505	512	503	510	511	901	903	904	902
Кустарниковый	+	3	5	1	40	-	+	-	-	2	-	-	75	-
Betula exilis		3		1	10									
Myrica tomentosa			5		30								75	
Spiraea beauverdiana					2		+			2				
Травяно-кустарничковый	40	60	20	50	50	25	20	50	30	80	75	65	40	50
Empetrum nigrum	10	20	<1	20	10	5	5	2						
Vaccinium uliginosum	10	20	<1	20	20	5	5	1		1				
Ledum decumbens	3	1	<1	1	<1	+	+	+						
Chamaedaphne calyculata	2	5		1	3	<1	1			+				
Vaccinium minus	1		<1	5	+									
Oxycoccus microcarpus	<1	<1	<1	<1	2	+	+	+	+					
Andromeda polifolia	+		1	<1	<1		+		<1	+				
Cornus suecica	2	1	+	5	5	5	2	5	10	10				
Carex middendorffii	7	10	1	5	10	5	+	5	5	20	1		<1	
Carex pauciflora	2			3		2	2	15	3	+				
Coptis trifolia	+	+	+	1	1	1	1	3	1	1				
Drosera rotundifolia	1	+	+	<1	+	2	+	+	<1					
Platanthera tipuloides	+	+	+	+	+	+	+	+		+				
Rubus chamaemorus	+			1	+		+							
Pedicularis labradorica	R	+		R		R	+	<1						
Trientalis europaea	+		+		+		+		<1	1			<1	
Sieversia pentapetala			2			+	5	10	5					
Sanguisorba tenuifolia			+		<1		+	+	+	20	1	+	1	
Iris setosa							+	+		5			1	
Carex rariflora		+	1	2	2				1	25				
Oxycoccus palustris				<1	2					5			15	
Maianthemum dilatatum					<1		+			10				
Lerchenfeldia flexuosa					<1		+			1				
Solidago spiraeifolia					+		+			1				
Trichophorum caespitosum					1		<1		<1					
Carex rotundata			3						5					
Carex limosa			+						5			+		+
Calamagrostis neglecta							+			<1	1	<1		
Carex cryptocarpa											25	20	5	+
Carex vesicata											20	5		
Carex appendiculata											20	5		
Comarum palustre											5	<1		+
Carex lasiocarpa												25	1	
Menyanthes trifoliata												5	20	35
Мохово-лишайниковый	100	95	95	95	75	90	90	90	95	70	+	+	5	5
Sphagnum russowii	40	25	10		10	35	30	40	5	5				
Sphagnum angustifolium	20	20		5	50	25	50	25		10				
Sphagnum papillosum	5		1		5	3		15	65					
Sphagnum fuscum	15	40	35	30		15	5	5	20	5				
Pleurozium schreberii	10	10	1	45	10	10	+			3				
Dicranum majus var.orthophyllum		+	+		+	+	+			1				
Aulacomnium palustre		+	+	+	+	+	1			1				
Calliergon stramineum		+	+			+			+	+				

Тип растительности *Phragmitetion* – гигрофильно-травяной.

Формация ***Uliginiherbeta*** – болотно-травяная.

Ассоциация 5. ***Uliginiherbetum caricosum rariflorae-middendorffii*** – редкоцветно-миддендорфо-осоково-гигрофильнотравяная. Сообщества ассоциации обычно приурочены к обводненным окрайкам болотных массивов, обрамляемых ручьями, и часто граничат с ольшаниками из ольхи пушистой *(Alnus hirsuta)*. Отличаются ровным или слабоволнистым микрорельефом, облесены редкой ольхой. Вокруг куртин ольхи на приствольных микроповышениях встречаются спирея Бовера *(Spiraea beauverdiana)*, майник *(Maianthemum dilatatum)*, чемерица *(Veratrum oxysepalum)*, вейник *(Calamagrostis langsdorffii)*, бодяк *(Cirsium camtschaticum)* и др. Сообщества характеризуются хорошо развитым травяным ярусом с преобладанием осок *Carex rariflora* (25%), *Carex middendorffii* (20%), кровохлебки *Sanguisorba tenuifolia* (20%), дерена шведского *Cornus suecica* (10%), ириса *Iris setosa* (5%) и участием

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

луговых видов: *Solidago spiraeifolia, Lerchenfeldia flexuosa, Viola biflora, V. camtszadalorum, Pedicularis resupinata, Trisetum sibirica, Rubus arcticus, Festuca rubra, Luzula multiflora* и др. (таблица, № 511). Характерно присутствие орхидных *(Dactylorhiza aristata, Cypripedium yatabeanum, Platanthera tipuloides, P. convallarifolia*). В моховоя ярусе (покрытие 70%) развиты ковры из гипновых мхов *Rhytidiadelphus squarrosus* (40%), *Tomentypnum nitens* (7–10%), в меньшей степени выражены сфагновые ковры (*Sphagnum angustifolium* –10%, *S. russowii* –5%, *S. fuscum* – 5%). На сфагновых коврах обильна клюква *Oxycoccus palustris* (5%) (таблица, № 511). Мощность торфа составляет 50–70 см.

Ассоциация 6. ***Uliginiherbetum caricosum cryptocarpae*** – скрытоплодно-осоково-гигрофильно-травяная. Сообщества ассоциации характеризуются преобладанием в травяном ярусе *Carex cryptocarpa* (20–25%) и значительным участием *Comarum palustre* (до 5%). Сообщества занимают обводненные мочажины кочковато-озерково-мочажинного болотного комплекса, в которых вода стоит над поверхностью торфа. Мощность торфа составляет 40–70 см. Сообщества ассоциации, описанные на ключевом участке, относятся к субассоциации ***typicum,*** описанной на Южной Камчатке (Нешатаева, Нешатаев, 2001). Они отличаются очень разреженным моховым покровом (из *Warnstorfia exannulata*) в силу значительной обводненности их местообитаний (уровень вод до + 30 см). Сфагновые мхи отсутствуют (таблица, № 901, 903).

Ассоциация 7. ***Uliginiherbetum menyanthosum*** – вахтово-болотно-травяная. Отличается слаборазвитым травяным ярусом (20–35%) из вахты (*Menyanthes trifoliata*), приподнимающимся из воды. Характерно участие плавающего в воде *Sparganium simplex*, заметным обилием *Eleocharis palustris* (до 5%), участием *Warnstorfia fluitans* (до 5%) и видов *Calliergon* (таблица, № 902). Сообщества ассоциации встречаются в мочажинах-озерках кочковато-озерково-мочажинных болотных комплексов как правило, на Южной Камчатке (Нешатаев, Нешатаева, 2001).

Кроме того, в долине р. Левый Кихчик нами отмечены болота, отличающиеся присутствием на крупных кочках и грядах небольших куртин кедрового стланика *Pinus pumila*, а также очеретниково-сфагновые болота, характеризующиеся значительным обилием очеретника белого *(Rhynchospora alba)* на фоне сфагновых ковров. Морошковые болота на окрайках (переходные к шикшовникам), описанные Е.Л.Любимовой (1940) на севере Западной Камчатки, в изученном районе нами не встречены.

Типология болотных массивов и вопросы болотного районирования Камчатки

В результате наших исследований уточнена характеристика структуры растительного покрова болотных массивов изученного района. Окрайки болот заняты сообществами ас. ***Sphagnetum empetroso-vacciniosum*** и ***Uliginiherbetum caricosum rariflorae-middendorffii*** (вдоль ручьев). В периферических частях болотных массивов встречаются сообщества ас. ***Herbosphagnetum caricosum middendorffii*** и ***Herbosphagnetum myricosum tomentosae.*** Центральные части болот обычно заняты кочковато-мочажинным комплексом с преобладанием на кочках сообществ ас. ***Sphagnetum empetroso-vacciniosum,*** на коврах – ас. ***Herbosphagnetum caricosum limosae***. В мочажинах и мочажинах-озерках распространены сообщества ас. ***Uliginiherbetum caricosum cryptocarpae*** и ***Uliginiherbetum menyanthosum,*** а также печеночниковые сообщества.

По торфяно-болотному районированию Камчатки М.Н. Бокитько (1949) болота исследованного района относятся к ***Большерецкому району крупных переходных торфяников*** Охотской торфяно-болотной области. Этот район характеризуется переходными торфяными залежами мощностью в среднем 2,5–3 м. Стратиграфия торфяной залежи отличается наличием придонного слоя торфа (1 м), перекрытого прослойкой голубовато-серой глины мощностью от 0,1 до 1 м, поверх которой залегает тонкий слой коричневого ила с остатками корневищ *Carex, Equisetum, Hippuris vulgaris*. Торфяная залежь над слоем глины в нижней части обычно сложена гипново-осоково-сфагновым или осоково-гипновым торфом, а в верхней части – гипново-сфагновым или осоково-сфагновым торфом. Характерной особенностью торфяной залежи является наличие неразложившегося пласта сфагнового торфа (мощностью до 1 м), перекрытого сверху слоем хорошо разложившегося гипново-осокового или осоково-сфагнового торфа мощностью 50–70 см (Нейштадт, 1936; Бокитько, 1949). Повышенная зольность торфа связана с заносом вулканического пепла и песка из вулканических районов Камчатки. Также особенностями строения торфяных залежей изученного района являются отсутствие пней, отсутствие мерзлоты и преобладание торфов переходного типа (до 75%).

По геоботаническому районированию болот Камчатки М.С. Боч (Botch, 1995) относит изученные болота к ***Западному болотному району***, отличающемуся развитием болот-плащей, покрывающих водоразделы, склоны, террасы и речные долины. М.И. Нейштадт (1936) и Н. Я. Кац (1948, 1971) указывают, что подобные болота-плащи (blanket bogs) типичны для приокеанических районов севера Западной Европы и описаны в Норвегии, Ирландии и Англии. Общие черты западно-камчатских и западно-европейских болот-плащей выражаются в общности их структуры, особенностей залегания (покрывают холмы, долины, склоны, террасы), наличии эрозионных явлений, общности флористического состава и строения болотных сообществ. Поверхностный сток, идущий от гор к морю, увеличивает обводненность болот.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

***

Проведенные исследования растительности болот бассейна р. Кихчик и анализ литературных и фондовых источников позволили выявить общие ботанико-географические особенности, характерные для болот южной части Западной Камчатки. Болотные массивы имеют преимущественно плоские, иногда слабовыпуклые, часто слабонаклонные поверхности. Для болотных систем характерны широкое распространение мочажин и мочажин-озерков в центральных частях, а также поверхностный сток и наличие эрозионных провалов торфа. Мочажины и мочажины-озерки обычно заняты болотно-травяными и осоковыми сообществами (иногда с участием гипновых мхов). Для центральных частей болотных массивов характерно отсутствие деревьев. На окрайках болот встречаются кустарничково-сфагновые и травяно-сфагновые сообщества с *Myrica tomentosa* и луговыми видами, иногда с участием единичных деревьев ольхи *(Alnus hirsuta)*.

Торфяные залежи исследованных болот преимущественно переходного типа с прослойками вулканических пеплов. Периодические пеплопады, обогащая верхние горизонты торфяной залежи минеральными веществами, задерживают экогенетическую сукцессию развития болотной растительности на стадии осоково-сфагновых сообществ. Кочковато-топяной и грядово-мочажинный олиготрофные комплексы описаны (Нейштадт, 1936) на наиболее старых торфяниках, например на Микояновском торфянике (в устье р. Большая) с переходной залежью мощностью до 8 м.

Таким образом, на основании проведенных исследований растительность водораздельных болот изученного района можно отнести к особому ***Западно-камчатскому типу осоково-сфагновых болот***. Ранее большинство исследователей (Нейштадт, 1936, 1938; Любимова, 1940; Кац, 1948, 1971; Юрковская, 2000 и др.) относили болота Западной Камчатки к верховому олиготрофно-сфагновому типу выпуклых болот.

Авторы выражают сердечную благодарность к.б.н. В.В. Якубову (Биолого-почвенный ин-т ДВО РАН) за помощь в определении гербарных сборов сосудистых растений, к.б.н. И. В. Чернядьевой и к.б.н. А.А. Добрышу (БИН РАН) – за определение образцов мохообразных и лишайников, а также Г.М. Кукуричкину (Сургутский гос. ун-т) и В.Г. Эльчапарову (КЛИНЭ, Петропавловск-Камчатский), участвовавшим в полевых исследованиях, директору КЛИНЭ О.А. Чернягиной за большую помощь в организации полевых исследований.

Литература

Бокитько Н.М. Условия образования и характеристика Камчатского торфяного бассейна // Сборник материалов Камчатской научно-исслед. Торфяной станции (1938–1948). Раздел 1. Ч. 1. М., 1949. Рукопись. (Российский Геологический фонд, Отдел торфа, № 30.) 590 с.

Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М.: Географгиз, 1948. 320 с.

Кац Н.Я. Болота земного шара. М., Наука. 295 с.

Комаров В.Л. Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. // Камчатская экспедиция Ф.П. Рябушинского. Ботан. отд. 1912. Вып. 1. С. 1–456.

Комаров В.Л. Ботанический очерк Камчатки. // Камчатский сборник. Т.1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 5–52.

Любимова Е.Л. Некоторые данные о болотах западного побережья Камчатки // Камчатский сборник. М.: Л, 1940. Т. 1. С. 157–180.

Нейштадт М.И. Торфяные болота Западной Камчатки // Торфяные болота Крайнего Севера и азиатской части СССР // Труды Центр. торфяной опытной станции. 1936. Т. 1. С. 31–45.

Нейштадт М.И. Торфяные запасы азиатской части СССР // Труды Центр. Торфяной опытной станции. 1938. Т. 4. С. 7–30.

Нешатаев В.Ю. Проект Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры // Растительность России. 2001. № 1. С. 62–70.

Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Хабарова Н.Н. Растительность болот // Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) // Тр. Ботанического ин-та РАН. 1994. Вып. 16. СПб. С. 167–196.

Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю. Растительность болот Южно-Камчатского федерального заказника // Растительность России. 2001. № 2. С. 58–70.

Павлов Н.В., Чижиков П.Н. Природные условия и проблема земледелия на юге Большерецкого района Камчатки // Тр. СОПС АН СССР. Сер. Камчатская. 1937. Вып. 3. 212 с.

Юрковская Т.К. Региональная дифференциация растительного покрова верховых болот России // Динамика болотных экосистем северной Евразии в голоцене. Петрозаводск, 2000. С. 35–37.

Botch M. Mires of Kamchatka Peninsula // Consortium Masingii. A Festschrift for Victor Masing. Tartu. 1995. P. 37–42.

Hulten E. Flora of Kamtchatka and the adjacent islands. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Ser. 3. 1927. Bd. 5. № 1. 346 p.

Hulten E. The plant cover of Southern Kamchatka // Arkiv for Botanik utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien. Andra serien. 1974. Bd. 7. Hf. 2–3. P. 181–257.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СТРАТИГРАФИЯ ГРЯДОВО-ТОПЯНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБСКОГО БОЛОТА (НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ю.И. Прейс, Н.А. Анторопова
Томский политехнический университет, Томск
tor@ctc.tsu.ru

Грядово-топяные комплексы являются одним из основных типов болотных ландшафтов притеррасной части пойменных болот, входящих в систему Обского болота. Пойменные болота Оби в пределах Томской области достаточно хорошо изучены в результате детальных болотоведческих (Лапшина, 1985, 1987; Лапшина, Львов, 1987) и геологоразведочных работ. Однако особенности стратиграфии торфяных залежей грядово-топяных комплексов на внутрифациальном уровне исследованы недостаточно. В то же время евтрофные комплексы болот других регионов России, в частности Средней Сибири (Богдановская-Гиенэф, 1975; Прейс, 1991), характеризуются значительными различиями в строении торфяных залежей и свойств торфов под их грядами и мочажинами.

В данной работе представлены результаты изучения стратиграфии и генезиса грядово-топяных комплексов притеррасной части Обского болота. На ключевом участке, расположенном в 5,5 км на юг от р.ц. Мельниково, в 400–500 м от основания террасы было заложено два поперечных геоботанических профиля в сторону террасы с описанием растительного покрова и отбором проб торфа на всю глубину торфяной залежи под всеми элементами комплексов и на границах между ними. В работе также использованы фондовые материалы по геолого-гидрологическому изучению данной территории, проведенному Обской партией в 1959–1962 гг. и по предварительной разведке торфяного месторождения «Обское-1», выполненной Горьковским отделением института «Гипроторфразведка» в 1964 г.

Район работ

Ключевой участок Обского болота расположен на левобережной высокой пойменной террасе р. Оби. Пойма здесь проточно-островного типа (Хромых, 1975), имеет сегменто-гривистый рельеф, в настоящее время погребенный на значительной площади торфяными отложениями. Пойменная терраса сложена на поверхности суглинками, местами глинами или супесями, залегающими на песках русловой фации. В верхней суглинистой толще встречаются «окна размыва», сложенные песками. Подстилающими породами являются глины и пески средне- и нижнечетвертичного возраста и верхнего палеогена.

Питание болота осуществляется атмосферными, речными, грунтовыми (безнапорными и напорными) и делювиальными водами, а также водами впадающих в него небольших рек (Усковка, Десятовка) и ручьев. В районе ключевого участка половодьем частично затапливается притеррасная часть болота. По химическому составу воды р. Оби пресные с минерализацией до 552 мг/л и жесткостью до 2,8 мг-экв. Согласно наблюдениям Томской гидрорежимной партии, воды первого от поверхности водоносного горизонта имеют гидравлическую связь с водами нижележащих отложений четвертичного возраста и водами палеогена. Отметки пьезометрических уровней последних устанавливаются близко от поверхности или выше поверхности на 2–4 м. Воды четвертичных и неогеновых пород пресные, гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией до 600 мг/л, жесткостью до 8,84 мг-экв. В области разгрузки подземных вод наблюдаются наиболее высокие показатели pH (до 8,0) с повышенным, в то же время, содержанием свободной углекислоты. В основании склона второй надпойменной террасы имеет место разгрузка грунтовых вод ее аллювиальных отложений и вод верхнего палеогена в виде многочисленных ключей.

В районе исследования Обское болото характеризуется значительной обводненностью и господством слаборазложившихся гипновых и осоково-гипновых торфов. Лишь прируслова и центральная части болота, а также придонные слои притеррасной части сложены средне- и хорошоразложившимися древесно-осоковыми и древесными торфами.

В соответствии с изменением химизма и динамики водного потока от террасы к реке происходит закономерная смена растительного покрова, изменение стратиграфии торфяной залежи и свойств торфов (Лапшина, 1985). Согласно фондовым материалам, наиболее высокозольными являются торфы прируслового и притеррасного участков болота. Первые обогащены пойменным аллювием, вторые – делювиальными частицами и карбонатами грунтовых вод. Торфы прируслової части при зольности 23,0–49,8% содержат 1,8–3,5% CaO и имеют pH от 5,7 до 6,1, притеррасной части – при зольности 18,4–72,1% содержат 7,3–47,1 % CaO и pH – от 6,6 до 7,1. Как и для других пойменных болот, наименьшая зольность характерна для торфов центральной части. Это обусловлено уменьшением влияния на данную территорию как поемного режима, так и напорных грунтовых вод. При зольности 10,2–31,3% они содержат 2,8–16,9% CaO и имеют pH от 5,9 до 6,8. В тоже время общая закономерность изменения зольности торфов от террасы к реке в значительной мере нарушена многочисленными локальными источниками водно-минерального питания, ключами и водотоками. Кроме того, за время формирования Обского болота неоднократно происходили изменения климата и водности р. Оби, вызывающие изменения соотношений различных источников водного питания болота и, соответственно, зольности отлагаемых торфов. В результате для Обского болота характерна значительная неоднородность показате-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

лей зольности, содержания окиси кальция и значений pH как по площади болота, так и по глубине торфяной залежи.

Результаты исследований и их обсуждение

Ключевой участок представляет собой сильно обводненную осоково-гипновую топь, на фоне которой развиты узкие и длинные облесенные гряды, занимающие около 10% площади комплекса. Гряды прямой или несколько изогнутой формы вытянуты преимущественно параллельно кромке террасы. Ширина гряд обычно 3–5 м, длина сильно варьирует – от нескольких до нескольких сотен метров.

Растительность гряд зависит от их высоты. Гряды высотой 0,25–0,5 м фактически представляют собой островки кочкарноосоковых согр. Они облесены высоким смешанным древостоем из *Pinus sylvestris, Picea obovata, Betula pubescens и Pinus sibirica* высотой до 15 м, сомкнутостью крон от 0,3 до 0,8. Высокий, средней густоты кустарниковый ярус образован в основном *Salix cinerea и Betula humilis*. Местами по краю гряды представлен кустарничковый ярус из *Vaccinium uliginosum*. В травяном ярусе доминирует *Carex appropinquata*, иногда с *C. cespitisa*, обильны *Thelypteris palustris, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre*. Моховой покров слабо развит. Как правило, эти гряды асимметричны: один край высокий и крутой, другой – низкий и пологий. Часто вдоль высокого края представлены узкие, сильно обводненные мочажины с обильной вахтой, напоминающие трещины разрыва. Вдоль пологих склонов гряд происходит смена кустарниково-осоково-гипновых сообществ осоково-папоротниково-вахтово-гипновыми сообществами с *Carex lasiocarpa*. Низкие гряды высотой 0,1–0,25 м заняты кустарниково-осоково-гипновыми сообществами с разреженным древостоем из *Pinus sylvestris* и *Betula alba* высотой 6–8 м. Кустарниковый ярус образован ивами, *Betula humilis* и *B. nana*. Пятнами произрастают *Vaccinium uliginosum* и *Andromeda polifolia*. Встречается *Oxycoccus palustris*. Основу травяного покрова образует *Carex lasiocarpa*. Обильны *Carex rostrata, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre*, постоянно примесь образует *Carex dioica*. Моховой покров хорошо развит. В нем доминируют *Helodium blandowii, Aulacomnium palustre, Tomentypnum nitens*.

Участки топи сильно обводнены. Уровень болотных вод находится у поверхности или на 3–5 см выше нее. Они заняты травяными и травяно-гипновыми растительными сообществами, в которых разнообразные узоры доминирования образуют *Carex rostrata, Menyanthes trifoliata, Carex lasiocarpa, Comarum palustre, Thelypteris palustris*, реже *Carex limosa, Equisetum fluviatile, Typha latifolia*. Характерно постоянное присутствие *Carex appropinquata и C. diandra*. В обводненных понижениях произрастает *Utricularia intermedia*. Проективное покрытие травяного яруса составляет 40–60%, иногда достигает 85%. Гипновые мхи (*Hamatocaulis vernicosus, Drepanocladus aduncus, D. sendtneri, Calliergon giganteum, Brachythecium mildeanum, Bryum pseudotriquetrum* и др.) обычно произрастают небольшими куртинами и редко образуют сплошную дернину. Последняя наиболее характерна для участков топи с *Carex limosa*. Наиболее обводненные центральные участки топей представлены зарослями *Menyanthes trifoliata*. В местах разгрузки напорных грунтовых вод представлены пятна с мелкоконтурной мозаикой из многочисленных видов гипновых мхов и максимальным видовым разнообразие травянистых растений.

Минеральное ложе ключевого участка имеет хорошо выраженный микрорельеф (рис. 1, 2). Гривы высотой от 0,5 до 2,0 м находятся на расстоянии 70–100 м друг от друга, чередуясь с плоскими понижениями. Поэтому торфяная залежь имеет разную глубину, от 3,75 до 6,0 м. Придонные слои торфяной залежи мощностью 0,25–1,5 м сложены хорошо разложившимися, в основном низковлажными торфами со значительным участием древесных остатков. Лишь на дне наиболее глубоких западин залегает вахтовый торф. Иногда под торфяной залежью встречаются водные прослойки. Основной фон вышезалегающего слоя торфяной залежи образован гипновыми торфами участков топей. На этом однородном фоне прослеживаются столбцы грядовых торфов с преобладанием остатков древесины, осок и гипновых мхов. Строение торфяной залежи гряд и толщина грядовых торфов зависит от генезиса и возраста гряд. На ключевом участке имеются как первичные гряды, являющиеся остатками облесенных сообществ начальных стадий развития болота, так и вторичные гряды, сформировавшиеся на сильно обводненной осоково-гипновой топи. Практически все гряды находятся над повышениями или изломами поверхности минерального дна. Первичные гряды приурочены к максимальным повышениям и почти на всю глубину залежи сложены древесно-осоковыми, древесно-травяными, древесно-гипновыми и осоковыми торфами. Вторичные гряды в зависимости от глубины дифференциации торфяной залежи по ботаническому составу подразделяются на старые (1,5–2,5 м) и молодые (до 0,6 м). Под старыми грядами снизу вверх наблюдается постепенная смена травяно-гипновых и осоково-гипновых торфов осоковыми и далее древесно-осоковыми. Иногда среди этих торфов залегают прослойки гипнового торфа, что свидетельствует о меньшей стабильности их по сравнению с первичными грядами. Стабильность ботанического состава торфов всех гряд прежде всего определяется степенью дифференциации микрорельефа минерального дна. Молодые гряды сложены осоково-гипновыми, осоковыми и древесными торфами.

Степень разложения гипновых торфов под участками топей низкая, преимущественно 15–20% (рис. 1–II, 2–II). Средние показатели степени разложения этих торфов изменяются от 18 до 27% в зависимости от гидрологических режимов (обводненности и проточности) разных участков топи. Влажность торфов высокая, часто превышает полную влагоемкость. Встречаются слои разжиженного торфа и водные прослойки. Торфа пер-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

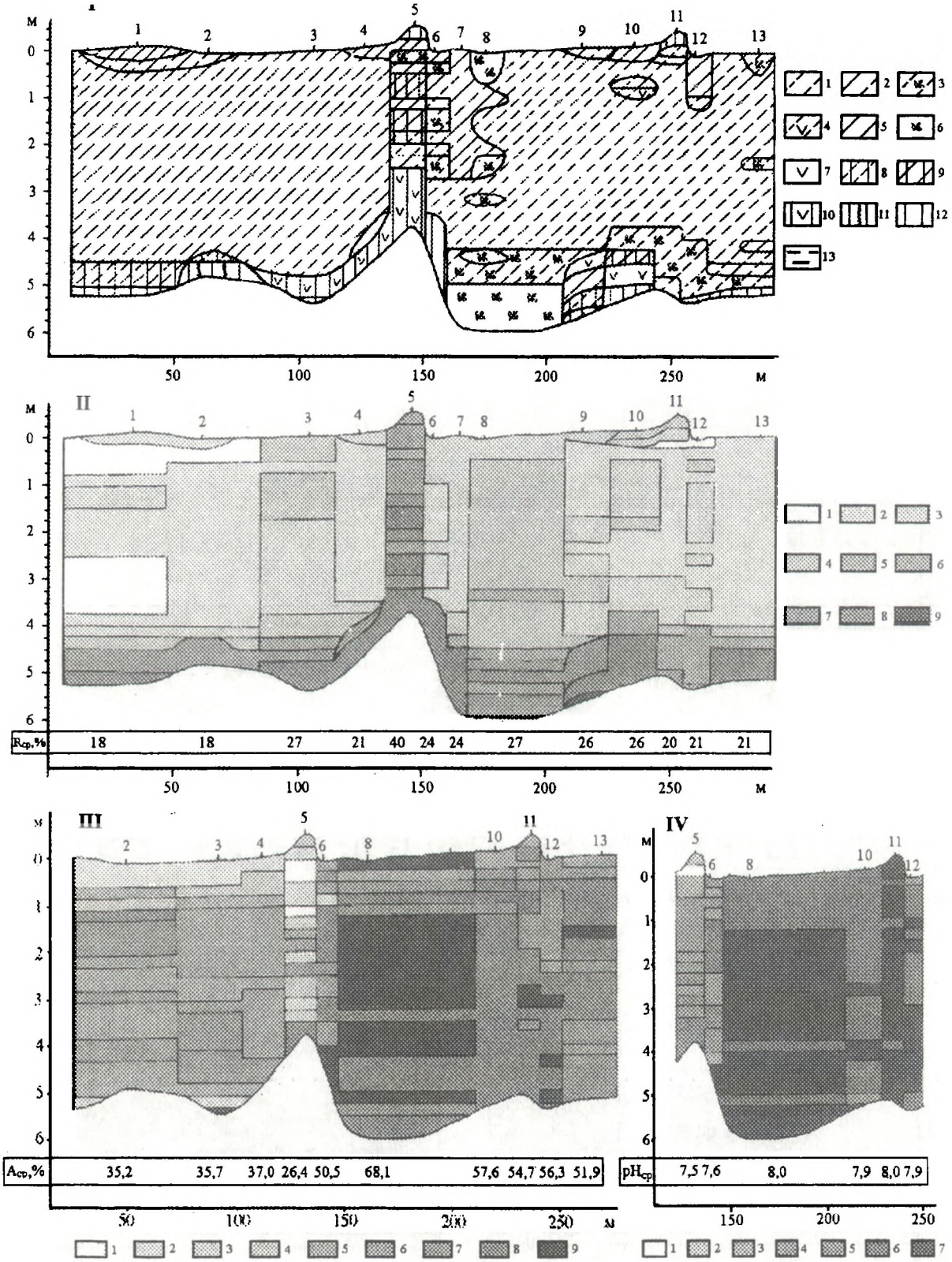


Рис. 1. Стратиграфический разрез по профилю № 1 грядово-мочажинного участка Обского болота: I – виды торфа: *1* – гипновый, *2* – осоково-гипновый, *3* – вахтово-гипновый, *4* – травяно-гипновый, *5* – осоковый, *6* – вахтовый, *7* – травяной, *8* – древесно-гипновый, *9* – древесно-осоковый, *10* – древесно-травяной, *11* – древесно-тростниковый, *12* – древесный, *13* – разжиженный торф, водная прослойка; II – степень разложения торфов: *1* – 5–10%, *2* – 15%, *3* – 20%, *4* – 25%, *5* – 30%, *6* – 35%, *7* – 40%, *8* – 45%, *9* – 50%, *10* – >50%; III – зольность торфов, %: *1* – <15, *2* – 16–20, *3* – 21–25, *4* – 26–30, *5* – 31–35, *6* – 36–40, *7* – 41–50, *8* – 51–70, 9 – >70; IV – pH: *1* – <7,0, *2* – 7,0–7,1, *3* – 7,2–7,3, *4* – 7,4–7,5, *5* – 7,6–7,7, *6* – 7,8–7,9, *7* – 8,0–8,1

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

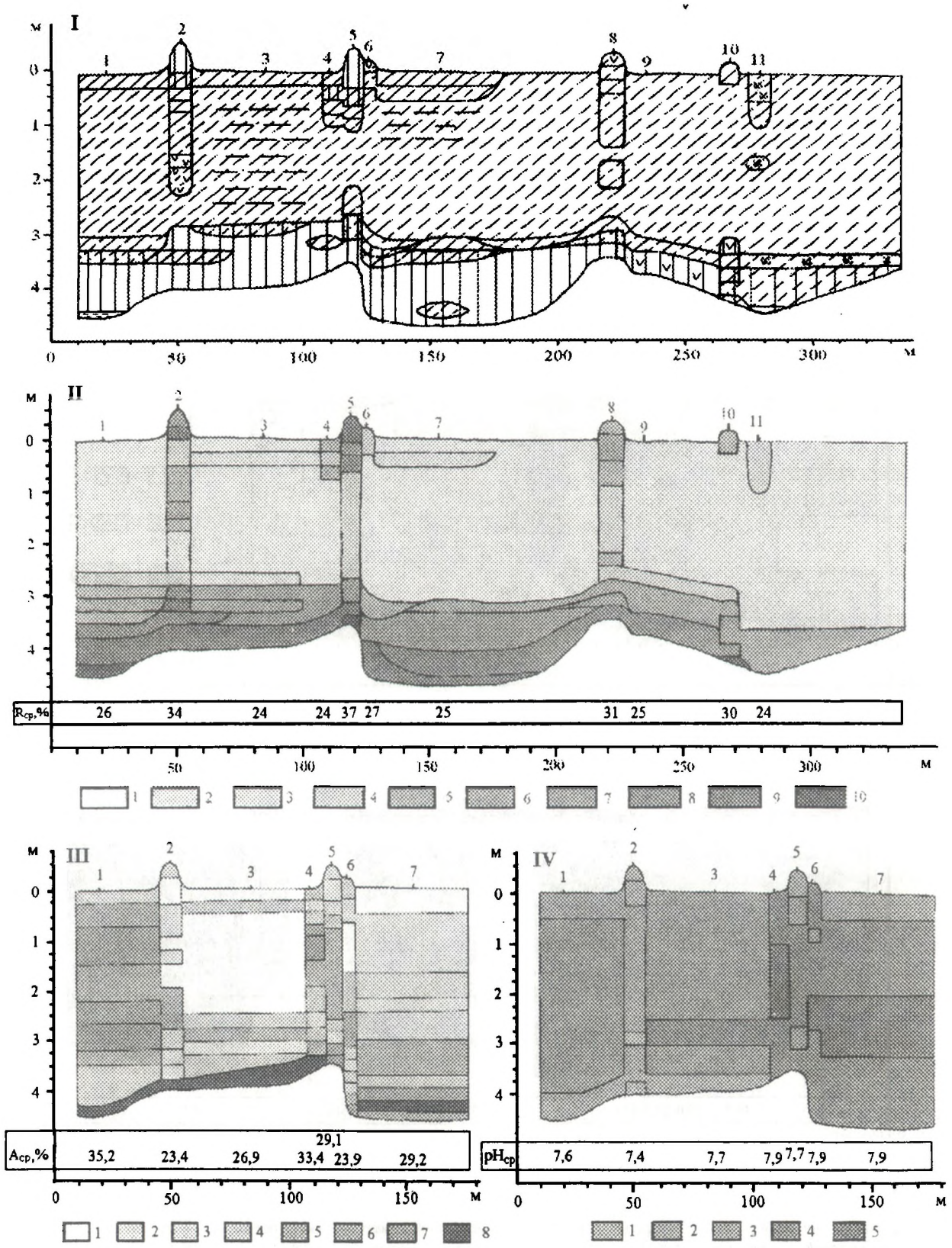


Рис. 2. Стратиграфический разрез по профилю № 2 грядово-мочажинного участка Обского болота: I – виды торфа (условные обозначения приведены на рис. 1); II – степень разложения торфов: *1* – 5–10%, *2* – 15%, *3* – 20%, *4* – 25%, *5* – 30%, *6* – 35%, *7* – 40%, *8* – 45%, *9* – 50%, *10* – >50%; III – зольность торфов, %: *1* – <15, *2* – 16–20, *3* – 21–25, *4* – 26–30, *5* – 31–35, *6* – 36–40, *7* – 41–50, *8* – 51–70, *9* – >70; IV – pH: *1* – 7,2–7,3, *2* – 7,4–7,5, *3* – 7,6–7,7, *4* – 7,8–7,9, *5* – 8,0–8,1

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

вичных и старых вторичных гряд преимущественно средне- и хорошоразложившиеся (30–45%), с низкой влажностью, плотные. Показатели степени разложения торфов под этими грядами всегда выше, чем под соседними участками топи, послойные – на 5–35%, средние – на 6–13%. Превышение этих показателей обычно имеет место по всей глубине залежи, даже при отсутствии дифференциации по ботаническому составу. В последнем случае оно минимально. Максимальные различия показателей характерны для участков с резко дифференцированным микрорельефом минерального дна. Молодые вторичные гряды сложены слаборазложившимися торфами. В нижезалегающих слоях залежи отсутствует дифференциация торфов под грядами и соседними участками топи как по ботаническому составу, так и по степени разложения.

Показатели зольности торфов участков топей значительно варьируют – от 8,1 до 92%. Здесь при некотором преобладании торфов с зольностью от 25 до 40% представлены и более низкозольные торфы (рис. 1–III), и органо-минеральные отложения (рис. 2–III). Средние показатели по участкам топей изменяются от 26,9 до 68,1%. В тоже время в пределах конкретных участков топи зольность торфов относительно более однородна. Такой характер распределения показателей зольности свидетельствует о наличии локальных источников водно-минерального питания и об относительной автономности питания отдельных участков топей. Высокие показатели зольности и pH (до 8,1), значительная минеральная примесь карбонатов и раковин пресноводных моллюсков в торфах и органо-минеральных отложениях по всей толщине залежи наиболее глубоких участков болота (рис. 3–III, п. о. 8) позволяют предположить наличие здесь ключевого питания, по-видимому, за счет разгрузки палеогеновых вод. Относительная автономность водно-минерального питания отдельных участков топи обусловлена наличием гряд, плотные, разложившиеся, низковлажные торфяные залежи которых играют роль естественных плотин. Данную роль торфа гряд выполняют и даже при относительно невысоких показателях степени разложения (рис. 2, п. о. 2), так как плотность их торфов значительно выше чем торфов соседних участков топи.

Показатели зольности торфов под грядами также значительно варьируют – от 8,1 до 53,7%. Зольность торфов гряд определяется превышением их над участками топи. Чем выше гряда, тем меньше влияние высокоминерализованных вод на отлагающиеся торфа. Поэтому минимальная зольность характерна для торфов старых облесенных гряд, имевших хорошо выраженный микрорельеф на протяжении всего периода их развития. Для этих же гряд характерны максимальные различия показателей зольности как послойных (до 27,3%), так и средних (от 10,6 до 11,8%) с соседними участками топи. Зольность торфов молодых гряд и соседних участков топи практически не отличается. Повышенная зольность торфов этих гряд, по нашему мнению, свидетельствует, что в момент их образования гряды имели меньшую высоту, а уровни почвенно-грунтовых вод на данном участке болота были значительно выше. Последнее подтверждается и залеганием топяного гипнового торфа под одной из гряд выше уровня поверхности соседнего участка топи.

Показатели pH торфов гряд и участков топи варьируют от 6,8 до 8,1 при преобладании показателей 7,5–8,1 (рис. 2–IV, 3–IV). В целом в пределах ключевого участка преобладают торфы с примесью извести и высокими показателями pH.

***

В результате проведенных исследований установлено, что для грядово-топяных комплексов болот поймы р.Оби, как и для грядово-мочажинных комплексов евтрофных болот других регионов, характерна сложная стратиграфия торфяной залежи и значительные различия свойств торфов под грядами и мочажинами. Глубина и степень дифференциации торфяной залежи на грядовые и топяные торфы различна и определяется генезисом и возрастом гряд. Выявлены комплексы как с первичными, так и с вторичными грядами. Установлено влияние микрорельефа минерального дна на местонахождение, ботанический состав и свойства торфов гряд и участков топей, а микрорельефа гряд и свойств подстилающих их торфов – на относительную автономность водно-минерального питания участков топей и, соответственно, на различия показателей зольности торфов этих участков.

Свойства торфов изученного участка и его местоположение свидетельствуют о том, что на притеррасных пойменных болотах р. Оби зоной напорно-грунтового питания может являться практически вся территория притеррасного понижения, занятая осоково-гипновой топью.

Литература

Богдановская-Гиенэф И.Д. Болотные массивы левобережья р.Ангары // Сибирский географический сборник. Новосибирск: Наука, 1975. № 4. С. 47. 203.

Лапшина Е.Д. Виды торфа и строение торфяной залежи пойменных болот р.Оби на юге Томской области // Геология и свойства торфяных и сапропелевых месторождений. Калинин, 1985. С. 49–61.

Лапшина Е.Д. Структура и динамика болот поймы реки Оби (на юге Томской области). Автореф. дис... канд. биол. наук. Томск, 1975. 18 с.

Лапшина Е.Д., Львов Ю.А. Притеррасные торфяники поймы реки Оби // Методы исследования торфяных и сапропелевых месторождений. Калинин, 1987. С. 13–23.

Прейс Ю.И. Структура, динамика и генезис грядово-мочажинных болот Енисейского Заполярья (на примере долины р. Хантайки). Автореф. дис... канд. биол. наук. Томск, 1990. 18 с.

Хромых В.С. Структура и качественная оценка ландшафтов поймы Средней Оби (в границах Томской области). Автореф. дис... канд. геогр. наук. Новосибирск, 1975. 30 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ В БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

А.А. Пугачев
ИБПС ДВО РАН, г. Магадан
IBPN @ online.su

Переувлажнение и заболачивание плоских форм рельефа в условиях региона обусловлено большой относительной влажностью воздуха, затрудняющей испарение влаги с поверхности почв и наличием льдистой многолетней мерзлоты, ограничивающей удаление избытка воды за пределы профиля.

Особенно большие площади болота занимают на Чукотке – 4,6 млн га, что составляет 6,4% ее территории. Обширные контуры их расположены на побережьях Восточно-Сибирского и Чукотского морей, Чаунской, Нижне-Анадырской, Анадырской и Парапольско-Бельской низменностях (Реутт, 1970). В пределах Охотско-Колымских районов на болота приходится лишь 1,3 млн га (6,9%) в связи с сильной расчлененностью рельефа и значительной общей приподнятостью поверхности над уровнем моря.

Объекты исследований. Плоскобугристое болото расположено на межувальном пространстве в районе южного побережья Чаунской губы. На буграх, наряду с пушицей влагалищной и осокой траурной, обильно развиты береза тощая, багульник стелющийся, брусника, шикша сибирская, арктагростис широколистный, горец трехкрылоплодный и морошка приземистая. Лишайники практически отсутствуют, но хорошо развиты зеленые и сфагновые мхи. На заболоченных участках обильно представлены береза тощая, ива сизая и сфагн. Бугры и заболоченные участки принимают равное участие в формировании фитоценоза. На первых – 10% площади занимают осоково-пушицевые кочки, 21% – основные поверхности и 69% – понижения-трещины. На вторых – 16% приходится на ерниково-ивняково-сфагновые сообщества, 84% – на осоково-сфагновые. Почвенный покров представлен комплексами и пятнистостями тундровых торфянисто-глеевых и болотных мерзлотных почв.

Пушицево-кочкарное болото расположено на высокой террасе р. Анадырь вблизи п. Краснено. Осоково-пушицевые кочки занимают 20% поверхности фитоценоза, 80% – межкочечное пространство. На периферии кочек, сформированных пушицей влагалищной и осокой траурной, присутствуют багульник стелющийся, брусника, голубика обыкновенная, морошка приземистая. На межкочечных участках к ним добавляется береза тощая. Почвенный покров сформирован микрокомплексом тундровых торфянисто-глеевых и тундровых торфянисто-перегнойно-глеевых почв.

Горное пушицево-осоково-сфагновое болото находится на ровном с небольшим уклоном (1–2°) участке горного склона, входящего в состав отрогов хр. Б. Анначаг. Абсолютная высота 1000–1100 м. Облик ландшафта определяют осоковые и пушицевые кочки (высотой 0,3–0,5 м) и мочажины, заполненные водой. Отмечается наличие крупных валунов. Кустарниковый ярус представлен березой тощей и ивой темнеющей высотой 0,1–0,2 м. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 70–80% (кустарнички 20–25%). В нем господствуют голубика обыкновенная, багульник болотный, рододендрон Редовского, диапензия лапландская, брусника и некоторые другие виды. Обильны пушица влагалищная и осока траурная. Лишайники (цетрарии снежная и кукушечья) распространены диффузно. Моховой покров сформирован в основном сфагном, почвенный – представлен пятнистостями горно-болотных торфяно- и торфянисто-перегнойных, горно-болотных перегнойных маломощных и горно-болотных торфяных почв.

Запасы и структура биомассы. Запасы биомассы экосистем болот региона изменяются от 1238,0 ц/га на побережье Чаунской губы до 1521,6 ц/га в горных болотах хр. Б. Анначаг. При этом на долю подземного органического вещества приходится 93-98% общего объема органики. Отношение надземной массы цветковых растений к подземной расширяется от плоскобугристых болот, где оно составляет 1:14, к горным пушицево-осоково-сфагновым (1:52), достигая максимума в пушицево-кочкарных болотах низовьев р. Анадырь (1:64).

В составе надземной фитомассы болотных фитоценозов Чаунской низменности доминируют мхи и лишайники (51%); на долю кустарников и кустарничков приходится 42%, осок и пушицы – 7%. В горных болотах Верхней Колымы соотношение между основными группами растений иное: осоковые составляют 44%, мхи и лишайники – 35%, кустарники и кустарнички – 25%. В пушицево-кочкарных болотах на фитомассу кустарничков приходится 46%, мхов – 33%, осоковых – 21%.

Таким образом, соотношение между основными группами растений, составляющих надземную фитомассу, варьирует в зависимости от условий формирования болотного фитоценоза.

Масса отмерших надземных частей высших растений в экосистемах болот сравнительно невелика. Соотношение живых органов к опаду изменяется от 1:2 в плоскобугристых болотах до 1:3 в пушицево-кочкарных. В составе подземной растительной массы доминирует измельченный опад корней, на долю которого приходится 38–50% от подземной биомассы. Живые и мертвые корни составляют 35–39%, отмершие части мхов и лишайников – 12–17%, узлы кущения осоковых – 3–13%.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Отношение фитомассы мхов и лишайников к их отмершим частям увеличивается от плоскобугристых болот, где оно составляет 1:8, к пушицево-осоково-сфагновым (1:19), достигая максимума в пушицево-кочкарных (1:31).

В почвах плоскобугристых болот наиболее обогащены органической массой трещины (более 17000 г/м²). Максимум подземной биомассы приурочен к гор. АТ. Под осоково-пушицевыми кочками наиболее насыщена корневой массой средняя часть почвенного профиля (гор. Bh); в почвах основных поверхностей – надмерзлотные горизонты.

В горном пушицево-осоково-сфагновом болоте запасы подземной биомассы в 45 раз превышают таковые надземной части фитоценоза. В ее составе преобладают корни осок и кустарничков (39%), а также измельченный корневой опад (31%). Узлы кущения осоковых и отмершие части сфагна имеют подчиненное значение (соответственно 17 и 13%). Интересен факт увеличения массы измельченного корневого опада с глубиной как следствие снижения численности микроорганизмов и скорости разложения целлюлозы (Мишустин, Мирзоева, 1964).

Таким образом, общим свойством болотных экосистем Крайнего Северо-Востока является значительное превышение аккумуляции органического вещества над темпами его деструкции. Постоянное или длительное, застойное либо слабопроточное обильное увлажнение определяют характер растительности и особый болотный тип почвообразования, выражающийся в отложении торфа. При этом маломощность торфянистого слоя в почвах арктических и высокогорных местообитаний, по мнению М.С. Боч и В.В. Мазинг (1979), обусловлена экзогенными факторами.

Динамика растительной массы. Болотные фитоценозы Крайнего Северо-Востока существенно различаются между собой по величине ежегодного прироста растительной массы: от 11,5 до 31,3 ц/га в год. В соответствии с классификацией А.Е. Родина и Н.И. Базилевич (1965) плоскобугристые и пушицево-кочкарные болота северо-запада и юго-востока Чукотки относятся к очень малопродуктивным фитоценозам; горные пушицево-осоково-сфагновые болота Колымского нагорья – к малопродуктивным. В составе прироста фитомассы доминируют фотосинтезирующие органы (48–60% от величины прироста) и корни (37–51%); степень участия многолетних надземных органов в продуцировании органического вещества незначительна: 1–3%. Основную массу прироста формируют осоковые травы и мхи; кустарнички и лишайники имеют подчиненное значение.

Общий годичный прирост болотных фитоценозов составляет от 27 до 62% запасов фитомассы. Это существенно отличает болота от других фитоценозов региона, в которых масса прироста составляет незначительную часть запасов живого растительного вещества. Отмеченное явление обусловлено интенсивным развитием осоковых трав в болотных местообитаниях.

В то же время прирост фитомассы болотных экосистем составляет всего 0,8–2,1% от запасов общей биомассы, что характеризует болота как сообщества с незначительным продуцированием растительного вещества и вовлечением элементов питания в циклы круговорота веществ.

Ежегодный опад растительной массы в болотных фитоценозах региона варьирует от 10,3 до 30,4 ц/га в год. В образовании опада пушицево-кочкарного болота 58% от его массы приходится на фотосинтезирующие органы, 40% – на корни и лишь 2% составляют многолетние части. На плоскобугристом болоте фотосинтезирующие органы и корни принимают близкое участие: 50 и 48% соответственно. В горном пушицево-осоково-сфагновом болоте более велико значение корней – 52% и меньше участие фотосинтезирующих органов – 47%.

Отношение массы ежегодного опада к накапливающемуся опаду прошлых лет варьирует в болотных фитоценозах северо-запада и юго-востока Чукотки от 1:98 до 1:434, а в горных болотах Колымского нагорья составляет 1:48. Этот показатель характеризуёт болота региона как экосистемы с застойным типом биологического круговорота веществ.

Растительные остатки, поступающие в почву, попадают в среду, характеризующуюся избытком влаги и анаэробиозисом, поэтому минерализация их замедленна. На поверхности почв и особенно в почвенном профиле накапливается огромная масса (1383,7–1866,3 ц/га) неразложившихся и полуразложившихся растений и их опада.

Химический состав растений. Основные группы растений-торфообразователей (кустарнички, осоковые травы и сфагновые мхи) существенно различаются между собой по накоплению зольных элементов и азота, а также по избирательной способности по отношению к отдельным элементам питания. Доминирующими из них являются азот, кремний, кальций, калий и магний. Наиболее богаты кремнеземом листья осоки, пушицы и сфагновые мхи. Последнее неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности микрофлоры, что, в конечном итоге, является одним из факторов накопления значительных количеств отмершей растительной массы.

Элементы биологического круговорота веществ. Потребление химических элементов годичным приростом фитомассы в болотных ландшафтах составляет 33,6–88,2 кг/га в год, в том числе 10,4–25,6 кг/га в год азота. Основная масса элементов питания потребляется приростом фотосинтезирующих органов (56–68%) и корней (30–44%), на долю многолетних надземных органов приходится менее 2% .

При этом необходимо отметить, что сфагновый мох нарастает своей верхней частью, а нижняя его часть отмирает и подвергается оторфовыванию. Часть питательных веществ, особенно легкоподвижных, перемещается вверх, вслед за ростом мха. В этой связи азот и зольные элементы следует рассматривать не как вещества,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

удерживаемые в приросте, а лишь как вещества, потребляемые в процессе его жизнедеятельности (Пьявченко, 1960).

В составе химических элементов, вовлекаемых приростом растительной массы в биологический круговорот, доминируют азот и кремний, затем следуют калий, кальций, магний, фосфор, натрий и далее – алюминий, железо.

Накопление химических элементов в фитомассе, как отмечалось многими авторами (Пьявченко, 1960; Родин, Базилевич, 1965; Манаков, 1970 и др.), пропорционально общему запасу органического вещества и зависит от экологических условий. В условиях региона оно изменяется от 83 кг/га в пушицево-кочкарном болоте низовьев р. Анадырь до 199,1 кг/га в плоскобугристом болоте Чаунской низменности. Основное количество химических элементов аккумулируется в фотосинтезирующих органах (52–58%), в меньшей степени – в корнях (32–38%) и далее – в многолетних надземных частях (5–13%).

Порядок накопления химических элементов в живом растительном веществе рассматриваемых фитоценозов определяется условиями местообитания и структурой фитомассы. В частности, на плоскобугристом болоте преобладают азот, калий, кальций и кремний, довольно много магния, в небольшом количестве накапливаются алюминий, фосфор, натрий, марганец и железо. В фитомассе пушицево-кочкарного болота увеличивается накопление кремния по сравнению с азотом. Это связано с тем, что в составе фотосинтезирующих органов доминируют осоковые травы и мхи, в которых содержание кремния выше, чем остальных элементов питания. В фитомассе горного пушицево-осоково-сфагнового болота, характеризующегося близким соотношением кустарничков, осоковых трав и мхов, ряд накопления химических элементов следующий: азот> кремний> калий> кальций> магний> фосфор> марганец> алюминий> железо> натрий.

Ежегодный возврат химических элементов с опадом растительной массы составляет 29,9–85,7 кг/га в год, в том числе 9,0–24,6 кг/га азота. Основная масса зольных элементов и азота поступает с опадом фотосинтезирующих органов (55–60%) и корней (33–45%); участие многолетних надземных частей растений в возврате химических элементов не превышает 1%. Основными элементами, поступающими с опадом во всех болотных фитоценозах, являются кремний, азот, кальций и калий. В небольшом количестве с опадом возвращаются железо, марганец, магний, фосфор, алюминий и натрий. Средневзвешенное содержание азота в опаде болотных фитоценозов составляет 0,84%, зольных элементов – 2,00%. На долю ведущих органогенов (Ca+K+P) приходится 16–17% от общего количества зольных элементов, заключенных в опаде.

Несоответствие темпов поступления опада и скорости его разложения приводит к консервации огромной массы растительных остатков и заключенных в них химических элементов. В результате в накапливающемся опаде прошлых лет задерживается от 2184,7 до 2731,7 кг/га химических элементов, в том числе 836,3–1038,4 кг/га азота. Доминирующая их масса сосредоточена в подземной части болотных фитоценозов: 93–99%. Основными аккумуляторами химических элементов являются отмершие корни, на долю которых приходится 45–46% от суммы элементов, заключенных в отмерших частях растений, и измельченный корневой опад прошлых лет (28–38%); в отмерших частях мхов и лишайников накапливается 11–14%, в опаде узлов кущения осоковых – от 3 до 14%. Аккумуляция химических элементов в растительных остатках превышает их поступление с опадом в горном болоте в 32 раза, в пушицево-кочкарном – в 82. Это обусловливает изъятие значительных количеств зольных элементов и азота из биологического круговорота на неопределенное время.

На основании вышеизложенного болотные ландшафты Крайнего Северо-Востока по типу биологического круговорота веществ (Родин, Базилевич, 1965) могут быть охарактеризованы как азотно-кремниевые, среднезольные, болотные, очень малопродуктивные, застойные; кремний> (азот> калий).

От зональных ландшафтов региона они отличаются наиболее низкими темпами разложения растительных остатков, сравнительно высокой зольностью растений и доминированием кремния и азота над остальными биофильными элементами в циклах биологического круговорота веществ.

Почвы болотных ландшафтов. Почвы рассматриваемых ландшафтов формируются в процессе торфонакопления в условиях избыточного увлажнения. На территории региона они описывались под разными названиями: «болотные мерзлотные верховые, переходные и низинные» (Татаркина, 1973), «болотные торфяные, торфяно-глеевые» (Вадюнина, Худяков, 1974), «болотные, криоболотные, остаточно-криоболотные» (Игнатенко, 1980). Все они отражали или аналогичные, или разные типы, по мнению авторов. Главным почвообразующим процессом при этом оставалось торфонакопление при проточном или застойном заболачивании. Как правило, почвы болот подстилаются мерзлыми органогенными и минеральными породами. Часто в составе их деятельного слоя можно встретить маломощные тяжелосуглинистые или слоистые песчано-супесчаные горизонты. Средняя мощность генетического профиля болотных почв не превышает 0,5 м. Он нарастает сверху вниз и в итоге формируется природное образование, в котором материнской породой служат, вероятно, как нижние, так и верхние торфяные горизонты, измененные процессами почвообразования в наименьшей степени.

В целом почвы болот характеризуются высокой кислотностью и низкой насыщенностью основаниями, которая в отдельных случаях достигает значительных величин вследствие возможной минерализации грунтовых вод. Качественный состав органического вещества сви-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

детельствует о простом строении гумусовых веществ и их азотистости. Доля негидролизуемого остатка с воско-смолами и битумом составляет 50–80% от общего углерода. Отношение количества гуминовых кислот к содержанию фульвокислот очень близко к единице или превышает ее.

В почвах болот развиваются кислые восстановительные условия, служащие геохимическим барьером по отношению к поверхностным или внутрипочвенным латеральным водам, продуктам почвообразования и выветривания. При этом основным процессом их генезиса является поверхностное торфонакопление. К частным процессам следует отнести оглеение, которое развивается в условиях подстилания торфяных горизонтов минеральными мелкоземистыми субстратами, а также криогенные педотурбации профиля в случае формирования почв на крутых склонах с близким многолетнемерзлым водоупором и на заболоченных равнинах в тундровой зоне региона.

Одним из наиболее распространенных ландшафтов в равнинных условиях континентальной части Чукотки являются полигональные болота. На ранних стадиях своего развития они имеют форму плоских бугров с кочкарниковой поверхностью, в которых , в настоящее время, торфонакопление отсутствует вследствие разложения верхней наиболее прогреваемой части профиля. По-видимому, как и на Европейском Севере, верхние горизонты этих почв не имеют генетической связи с современной растительностью, т.к. их торфяная толща образовалась в древний более теплый период. В мочажинах под осоково-сфагновой растительностью в условиях сильного обводнения современное торфонакопление обусловливает формирование болотных мерзлотных торфяно-глеевых почв.

Общие черты почвенно-биологических процессов. Болота представляют собой сложную, саморегулирующуюся систему, в которой степень продуцирования органического вещества растениями во много раз превышает степень их разложения (Боч, Мазинг, 1979).

Основные группы растений-торфообразователей (кустарнички, осоковые травы и сфагновые мхи) существенно различаются между собой по накоплению зольных элементов и азота, а также по разной избирательной способности по отношению к отдельным элементам питания. Доминирующими элементами в составе охарактеризованных растений являются азот, кремний, кальций, калий и магний. Наиболее богаты кремнеземом листья осоки, пушицы и сфагновые мхи, что неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности микрофлоры, разлагающей их опад.

Сочетание анаэробных условий, органического вещества и анаэробных микроорганизмов обусловливает интенсивное оглеение минеральной части плоскобугристых и пушицево-кочкарных болот, в результате которого почвы относительно обогащаются кремнекислотой и обедняются железом, в меньшей степени – алюминием. При оглеении происходит восстановление марганца и образование подвижных его соединений. Значительным превращениям подвергаются азот и фосфор (Кауричев, Ноздрунова, 1960). Создаются благоприятные условия для образования разнообразных органо-минеральных соединений, которые имеют важное значение в миграции марганца и оксидов R_2O_3 из оглеенных горизонтов.

Почвы горного пушицево-осоково-сфагнового болота, в отличие от почв равнинных болотных ландшафтов, характеризуются глубоким залеганием многолетней мерзлоты и очень слабым оглеением минеральных горизонтов. Значительное оттаивание и слабое оглеение этих почв обусловлено достаточно интенсивным проточным водным режимом. Практически все поверхностные воды образуются при таянии сезонной мерзлоты, в которой вода находится в ориентированном состоянии и существенно обогащена кислородом. С последним, очевидно, и связано слабое развитие восстановительных процессов и оглеения почв, находящихся в условиях постоянного переувлажнения.

Литература

Боч Н.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука, 1979. 188 с.

Вадюнина А.Ф., Худяков О.И. Агрофизическая и мелиоративная характеристика мерзлотных почв Магаданской области // Почвенный криогенез. М.: Наука, 1974. С. 78–116.

Игнатенко И.В. Классификация, систематика и номенклатура почв Крайнего Северо-Востока СССР // География и генезис почв Магаданской области. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 55–92.

Кауричев И.С., Ноздрунова Е.М. Роль компонентов водно-растворимого органического вещества в образовании комплексных железоорганических соединений // Доклады ТСХА. 1960. Вып. 52. С. 65–70.

Манаков К.Н. Элементы биологического круговорота на Полярном Севере. Л.: Наука, 1970. 160 с.

Мишустин Е.Н., Мирзоева Б.А. Микрофлора северных почв (литературный обзор). Л.: Наука, 1964. Вып. 8. С. 170–199.

Пьявченко Н.И. Биологический круговорот азота и зольных веществ в болотных лесах // Почвоведение. 1960. № 6. С. 21–32.

Реутт А.Т. Растительность // Север Дальнего Востока. М.: Наука,1970. С. 257–299.

Родин Л.Е. и Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.:Наука, 1965. 254 с.

Татаркина А.А. Почвы земледельческих районов Магаданской области // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1973. С. 67–74.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ И ЧИСТАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ТРАВЯНЫХ БОЛОТ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.А. Титлянова
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
argenta@issa.nsc.ru

В Западной Сибири травяные болота имеют огромное распространение. Они занимают около 1300 тыс. га в зоне южной тайги и подтайги, около 2800 тыс. га в лесостепи и 200 тыс. га в степи (Титлянова, Косых, 1999). Особенно много болот в Барабинской низменности, где они приурочены к межгривным понижениям и древним лощинам стока. В травостое болот господствуют *Phragmites communis*, *Calamagrostis neglecta*, *Scolochloa festucacea*, *Carex gracilis*, *C. disticha*, *C. caespitosa*, произрастающие на торфяно- и торфянисто-болотных, часто засоленных почвах.

Колебания уровня верховодки, питающейся в основном за счет атмосферных осадков, определяют характер сезонных и разногодичных изменений в растительном покрове. Во влажные годы наполняются водой озерные и болотные впадины, затопляются прилегающие к ним равнины, более широкое распространение получает влаголюбивая болотная растительность, в сухие годы происходит отступание болот, развитие лугового пресса, засоление почв и грунтов.

Подробное изучение динамики запасов растительного вещества и чистой первичной продукции в травяных болотах Барабы проводилось в семидесятые годы прошедшего столетия на стационаре Карачи (Вагина, Шатохина, 1976; Шатохина, Вагина, 1976; Титлянова, 1977). Исследования были проведены в пределах межгривного понижения на катене, включающей одну степную, шесть луговых и две болотные экосистемы. Методы изучения запасов растительного вещества и оценки чистой первичной продукции, NPP, подробно изложены ранее (Титлянова, 1977).

Первая болотная экосистема – светлуховое болото на торфянисто-болотной сильно осолоделой почве. Вторая – осоково-светлухово-вейниковое (в дальнейшем вейниковое) болото на торфяно-болотной слабосолончаковой почве.

Светлуховое болото расположено в неглубоком замкнутом понижении. Оно отличается хорошими условиями для накопления вод поверхностного стока и небольшими колебаниями уровня грунтовых вод в исследуемые годы. Травяной покров фитоценоза довольно однородный с господством крупного гигрогалофитного злака *Scolochloa festucacea*, при благоприятных условиях увлажнения высота ее стеблей достигает 150 см; в небольшой примеси встречаются луговой злак *Alopecurus ventricosus* и гигрофитные осоки *Carex riparia*, *C. laevirostris*. Сложение фитоценоза трехъярусное. Первый ярус, высотой 115–150 см, образуют генеративные побеги доминанта и сопутствующих крупностебельных злаков и разнотравья. Второй ярус (60–80 см) состоит из вегетативных побегов растений первого яруса. Третий ярус мало выражен и представлен единичными экземплярами розеточных видов разнотравья. Проективное покрытие – 85–95%, задернованность – 6–8%.

Вейниковое болото расположено в обширной приозерной пойменной террасе. В годы исследования (1967–1970) заливание талыми водами почти не наблюдалось, поверхностный сток был недостаточным, а уровень грунтовых вод значительно изменялся (от 0 до 3 м). Водный режим складывался неудовлетворительно, что обусловило недостаточное развитие зеленой фитомассы доминирующих видов.

Основным доминантом является гигрогалофитный злак *Calamagrostis neglecta* (110–115 см), содоминантом – *Scolochloa festucacea* (60–70 см). Меньшее значение имеют осоки-гигрофиты – *Carex disticha* и *C. gracilis* (40–50 см) – сложение фитоценоза трехъярусное, проективное покрытие – 85–90%, задернованность – 6–8% (описание дано по Вагиной, Шатохиной, 1976).

Динамика запасов отдельных фракций растительного вещества болот в 1968–1970 гг. представлена в табл. 1.

Образование запасов G на светлуховом болоте на 80–90% происходило за счет светлухи. Весенняя вегетация начиналась до ухода с поверхности паводковых вод. На холодных болотных почвах отрастание растений сильно запаздывало, и в мае G составляла лишь около 10% от G_{max}. После прогревания почвы рост быстро активизировался и G_{max} отмечалась в июле, когда *Scolochloa festucacea* заканчивала цветение. В 1969 г. благоприятное сочетание тепла и влаги вызвало вторичное кущение злаков в сентябре. Величина G_{max} за три года колебалась от 360 до 680 г/м^2 (см. табл. 1).

Запасы ветоши в разные годы значительно отличались и были наиболее велики в 1970 г. в результате отмирания большого количества фитомассы, образовавшейся к осени 1969 г. Запас подстилки зависит как от интенсивности поступления ветоши на почву, так и от скорости минерализации L. Наибольшая масса подстилки накапливается к середине лета, к сентябрю запас L резко уменьшается за счет ее быстрой минерализации в обычно теплом августе.

Динамика запасов живых подземных органов полностью представлена лишь для 1968 г. Она характеризуется ростом запаса B от весны к середине лета и падением массы B осенью в связи с интенсификацией отми-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Динамика запасов растительного вещества в болотных экосистемах

Компонент, г/м²		1968 г.				1969 г.					1970 г.		
		VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V	VII	IX
Светлуховое болото													
Зеленая фитомасса, G		101	337	360	27	46	539	661	504	596	55	677	391
Ветошь, D		не опр.	не опр.	128	не опр.	318	100	105	129	385	476	576	495
Подстилка, L		не опр.	не опр.	443	не опр.	154	133	458	244	229	130	336	174
Подземные органы в слое почвы 0–30 см	живые, B	930	1090	1080	660	не опр.	не опр.	1260	1830	не опр.	не опр.	не опр.	1810
	мертвые, V	1850	2180	2310	1320	не опр.	не опр.	1720	1850	не опр.	не опр.	не опр.	1670
Вейниковое болото													
Зеленая фитомасса, G		78	194	277	12	7	157	301	175	126	10	не опр.	217
Ветошь, D		215	113	113	462	336	322	352	251	366	473	не опр.	298
Подстилка, L		211	181	144	308	291	191	183	315	214	130	не опр.	444
Подземные органы в слое почвы 0–30 см	живые, B	1890	2940	1430	900	не опр.	3140	3790	не опр.	не опр.	3540	3500	24300
	мертвые, V	10480	8300	5440	10340	не опр.	6180	10150	не опр.	не опр	10190	12470	10870

рания корней и корневищ. Отмирание B и переход отмершего материала во фракцию V происходит в течение всего сезона, о чем свидетельствует увеличение V от июня к августу и, как уже говорилось, снижение B осенью. В августе – сентябре 1968 г. происходила быстрая минерализация V, а один месяц запас (B+V) снизился на 42% от его августовской величины.

Таким образом, светлуховое болото характеризуется высоким запасом зеленой фитомассы в середине лета, быстрыми процессами образования и разложения подстилки, относительно небольшим запасом живых подземных органов (660–1830 г/м² в слое 0–30 см) и интенсивной минерализацией подземных растительных остатков.

Условия роста и развития растений в фитоценозе вейникового болота, как уже отмечалось выше, были неблагоприятными. В связи с недостатком продуктивной влаги и повышенной концентрацией солей в почвенном растворе кущение у доминирующих злаков было ослабленным, высота стеблей заниженной.

Запас G_{max} был образован в основном вегетативными побегами и не превосходил 300 г/м², т.е. был в два раза ниже, чем в светлуховом болоте. Средние запасы ветоши были максимальны весной, когда старая ветошь еще не перешла в подстилку, и осенью, после массового отмирания зеленой фитомассы. Запасы подстилки обычно нарастали к осени и уменьшались к весне за счет осеннего ее разложения. Запасы живых подземных органов были очень высокими и резко колебались в течение сезона и год от года (900–3540 г/м² в слое почвы 0–30 см). Обычно максимальный запас B достигался в середине лета и падал к осени, хотя в отдельные годы (1970) он держался почти на одном уровне в течение всего сезона. Запас мертвых подземных органов в несколько раз превосходил запас живых и характеризовался очень высокой величиной – вплоть до 125 тыс. га.

Таким образом, два травяных болота на одной катене отличались очень сильно, что иллюстрируется средними запасами фракций растительного вещества и отношениями этих запасов (табл. 2). Для сравнения приводятся аналогичные параметры для вейникового мезогалофитного луга, расположенного на той же катене.

Таблица 2

Средние запасы растительного вещества (г/м²) и их отношения

Компоненты	Вейниковый мезогалофитный луг	Светлуховое болото	Вейниковое болото
G_{max}	240	566	290
D	180	300	300
L	180	256	240
В слое почвы 0–30 см: B	1290	1240	2620
V	880	1640	9380
G_{max} + D + L	600		
B + V	2170	2880	12000
G_{max} + D + L + B + V	2770	4002	12830
Отношения запасов			
B/ G_{max}	5,3	2,2	9,0
(D+L)/ G_{max}	01,5	1,0	1,9
V/B	0,7	1,3	3,6
(B+V)/(G_{max} + D + L)	3,6	2,6	14,5

G_{max} усреднено по годам, остальные величины – по сезону и годам.

Запасы G_{max} в два раза выше в светлуховом болоте по сравнению с вейниковым. В то же время запасы D и L практически одинаковы, запас B в два раза, а запас V в 6 раз выше в вейниковом болоте. По запасам растительного вещества светлуховое болото стоит ближе к вейниковому лугу, чем к вейниковому болоту.

Отношение запасов свидетельствует о соотношении интенсивностей процессов в экосистеме. Параметр B/G_{max} показывает, какое количество живых подземных органов (прежде всего корней) необходимо для поддержания жизнедеятельности 1 г фотосинтезирующей фитомассы. Количественное выражение параметра означает, что при данном соотношении фотосинтезирующие органы обеспечены водой и питательными элементами, поставляемыми корнями, а корни и запасающие органические вещества корневища получают достаточное количество фотосинтетатов для своего активного функционирования. Параметры $(D+L)/G_{max}$ и V/B указывают на соотношение интенсивностей процессов отмирания фитомассы и разложения мертвой фитомассы. При равенстве данных параметров единице интенсивности этих двух процессов равны. При быстрой минерализации растительных остатков параметры <1, при медленной

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

минерализации они >1. Соотношение запасов подземной и надземной фитомасс иллюстрирует степень аккумуляции растительного вещества в подземной сфере фитоценоза.

В вейниковом болоте требуется в четыре раза больше живых подземных органов для поддержания одного грамма фотосинтезирующей фитомассы по сравнению со светлуховым болотом. Подобное соотношение указывает на неблагоприятные эдафические условия для роста и развития растений (Титлянова, 1977).

Отношение запасов мертвой фитомассы к живой как в надземной, так и подземной сферах фитоценоза указывает на уравновешенность процессов отмирания и разложения мертвой фитомассы в светлуховом болоте, на замедленность разложения подстилки и заторможенность разложения мертвых подземных остатков в вейниковом болоте. Отношение запасов подземного растительного вещества к надземному свидетельствует о чрезвычайной аккумуляции фитомассы в подземной сфере вейникового болота.

Следовательно, вейниковое болото отличается от светлухового заторможенностью процессов образования фотосинтезирующих органов, активной транслокацией фотосинтетатов в подземные органы и замедлением процессов минерализации растительных остатков (Титлянова и др., 1996). По всем показателям светлуховое болото ближе к лугу, чем к вейниковому болоту. В период наблюдений экосистема светлухового болота функционировала в «луговом» режиме.

Чистая первичная продукция болотных и лугового фитоценозов определялась как «комплексным методом изучения круговорота углерода», так и «методом минимальной оценки» (Титлянова, 1977). Приведенные данные свидетельствуют об огромной разнице между изученными болотами (табл. 3).

Надземная продукция светлухового болота в два раза превосходит величины NPP для вейникового болота и луга. Однако подземная продукция максимальна в экосистеме вейникового болота: она в три раза превышает BNP светлухового болота и вейникового луга и достигает громадной величины – 68 т/га в год. Эта величина намного выше величин подземной продукции лугов и степей и близка к BNP тугаев (травяные болота в поймах и дельтах рек) зоны настоящих пустынь. Поскольку BNP вейникового болота оценена нами двумя разными методами, в разные по погодным условиям годы ее величина представляется нам реалистичной.

Мы видим здесь пример той парадоксальной ситуации, с которой нередко сталкиваются исследователи, изучающие продукционный процесс, – условия хуже, а подземная продукция выше. Неблагоприятный водный режим в вейниковом болоте замедляет развитие надземной фитомассы, генеративная фаза заторможена, основной запас G сложен вегетативными побегами. Но вегетативные побеги фотосинтетически активнее, чем генеративные, за счет чего образуется большое количество ассимилятов, которые не могут использоваться зеленой фитомассой и активно транслоцируются в подземные органы. Часть ассимилятов запасается в корневищах, другая расходуется на быстрый рост мелких корней, которые обеспечивают водой надземную часть в такой степени, что ее продукция превышает ANP луга.

Таблица 3

Надземная, ANP, подземная, BNP, и общая, NPP, продукция травяной и болотных экосистем

Годы исследования	Вейниковый луг	Светлуховое болото	Вейниковое болото
ANP, г/м² в год			
1968	480	не опр.	534
1969	385	981	398
1970	387*	983	не опр.
1971	486*	не опр.	не опр.
1972	479*	не опр.	585*
Среднее	441	987	505
BNP, г/м² в год			
1968	1720	2120	7270
1969	не опр.	не опр.	6960
1970	2680*	не опр.	не опр.
1971	2670*	не опр.	не опр.
1972	не опр.	не опр.	6130*
Среднее	2360	2120	6790
NPP, г/м² в год			
Среднее	2801	3107	7295
BNP/ANP	5,4	2,1	13,4

* Комплексный метод изучения круговорота углерода; без звездочки – метод минимальной оценки.

В отношении светлухового болота можно отметить, что и по величине ANP и NPP и по соотношению BNP/ANP оно ближе к переувлажненным лугам, чем к болотам.

Проведенные исследования показывают, что травяные болота относятся к биому травяных экосистем, а не к биому болот. В типичных мохово-кустарничковых болотах показатели биологического круговорота углерода имеют другие значения и образуют собственный ряд, весьма отличающийся от рядов, представленных в табл. 2 и 3.

Среди естественных экосистем лесостепной зоны Западной Сибири травяные болота – наиболее продуктивные экосистемы (табл. 4).

Отметим, что NPP, величина которой приводится в сводке Н.И. Базилевич (1993) для совокупности тростниковых, осоковых и вейниковых болот, в полтора раза меньше, чем NPP вейникового болота, и в 10 раз больше, чем NPP светлухового болота (см. табл. 3).

В ходе освоения лесостепной зоны человеком леса и степи были замещены агроценозами. Их NPP лежит в пределах 8–10 т/га в год, что близко к продукции лесов и гораздо меньше продукции степей (Титлянова и др., 1982).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 4

Чистая первичная продукция экосистем лесостепной зоны Западной Сибири (по Базилевич, 1993)

Экосистемы	Продукция, т/га в год		
	надземная, ANP	подземная, BNP	полная, NPP
Сосняки лишайниковые	4,4	1,0	5,4
Сосняки кустарниково-зеленомошные	6,9	1,5	8,4
Березовые колки	7,8	2,2	10,0
Березняки травные	5,6	2,4	8,0
Луга солонцевато-солончаковатые	4,0	16,4	20,4
Степи луговые	3,5	16,8	20,3
Травяные болота	10,1	31,7	41,8

Вклад травяных болот в общую продукцию лесостепной зоны был достаточно велик и в прошлом (ок. 150 лет назад), когда воздействие человека на растительный покров лесостепи был еще незначительным. В настоящее время, когда многие леса вырублены, а луговые степи распаханы и замещены менее продуктивными агроэкосистемами, вклад земель, ранее покрытых лесом и луговыми степями, значительно снизился, а вклад травяных болот в общую продукцию зоны повысился (табл. 5).

Болота, занимая всего 9% территории лесостепи, продуцировали ранее 15% общего количества ежегодно синтезируемой фитомассы; леса, занимая 45% территории, формировали 18% общей NPP. Степи, с их высокой удельной продукцией и большим ареалом (31% территории), продуцировали 53% NPP. Теперь, когда естественные леса и степи замещены агроценозами, сенокосами и пастбищами, их доля участия в NPP изменилась: она повысилась на лесных землях до 23% и снизилась на степных до 38%. Из-за общего снижения NPP всей зоны с 513 до 296 млн т сухого вещества в год доля травяных болот резко возросла. Теперь их вклад в продукцию зоны достигает 23%.

Таблица 5

Вклад земель различного типа в общую продукцию лесостепной зоны Западной Сибири

Тип земель – экосистемы до их преобразования	Площадь выдела, %	NPP выдела, %	
		Прошлый растит. покров	Настоящий растит. покров
Леса	44,6	18	23
Остепненные луга и луговые степи	31,4	53	38
Комплексы солонцовых степей и солонцово-солончаковатых лугов	10,4	1,1	11
Мезофитные луга	4,3	3	5
Травяные болота	9,3	15	23

Таким образом, травяные болота – это наиболее продуктивный тип травяных экосистем с относительно высокой надземной продукцией и активной транслокацией органических соединений в подземные органы. По доле участия в общем круговороте углерода лесостепной зоны им принадлежит второе место.

Литература

Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М., 1993. 293 с.

Вагина Т.А. Растительный покров // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука, 1974. Т. 1. С. 15–18.

Вагина Т.А., Шатохина Н.Г. Динамика запасов надземной и подземной органической массы степных, луговых и болотных фитоценозов // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука, 1976. Т. 2. С. 217–265.

Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. Новосибирск: Наука, 1977. 218 с.

Титлянова А.А., Тихомирова Н.А., Шатохина Н.Г. Продукционный процесс в агроценозах. Новосибирск: Наука, 1982. 184 с.

Титлянова А.А., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Романова И.П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. Новосибирск: Наука, Сибирская изд. фирма РАН, 1996. 128 с.

Титлянова А.А., Косых Н.П. Изменение биологического круговорота углерода в ландшафтах Западной Сибири в связи с различным использованием. География и природные ресурсы. 1999, № 3. С. 66–76.

Шатохина Н.Г., Вагина Т.А. Чистая первичная продукция степных, луговых и болотных фитоценозов // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука, 1976. Т. 2. С. 265–300.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

И.В. Волков
Томский государственный педагогический университет, г. Томск
volkova@ecos.tsu.ru

Высокогорья являются одной из самых суровых сред жизни на Земле. Вблизи верхней границы распространения растительной жизни и в других местообитаниях с высокой степенью напряжённости факторов внешней среды преобладают сообщества растений-экотопических патиентов. Экотопический отбор, являющийся существенным фактором в сомкнутых сообществах высокогорных растений, становится абсолютным на верхнем пределе распространения горных растений.

Ю.Н. Голубчиков (1996) отмечает, что для перигляциальных сред характерно возникновение контрастной горизонтальной мозаичности жизни взамен утраты ею вертикальной ярусности. В.П. Седельников (1988) связывает экологическую, ценотическую и флористическую расплывчатость поясных рубежей в горах с ростом высот. Причиной повышения мозаичности местообитаний с ростом абсолютной высоты являются некоторые особенности высокогорий, обусловливающие высокую пространственную градиентность параметров природной среды (высокая доля прямой радиации, сильные ветры, наличие снеговой мозаики и т.д.), чему способствует и высокая степень расчленённости микрорельефа, выражающаяся в наличии различного рода расселин, щелей между скалами, условия обитания в которых резко отличаются от условий близлежащих открытых участков. Как отмечает Г. Вальтер (1975), «...обширных ровных площадей здесь [в высокогорьях. – Авт.] нет, поэтому мозаичность структуры распределения растительности и взаимное проникновение отдельных сообществ друг в друга выражены значительно более резко, чем в арктической зоне» (с. 32–33).

Существование в высокогорьях наледей, перелетовывающих снежников, фирновых полей и ледников обусловливает необходимость вычленения примыкающей к ним территории, находящейся в условиях дополнительного инверсионного охлаждения, – приледниковья (Ревякина, 1996), в то время как характер местообитаний, расположенных на больших абсолютных высотах вне прямого действия гляциосферы, может характеризоваться как более благоприятный для растений.

С высотой так же ухудшаются условия почвообразования. Почвы с развитым профилем встречаются всё реже, увеличивается доля почв со слабо дифференцированным и неразвитым профилем. Чем выше поднимаешься, тем больше скалы и щебнистые осыпи определяют строение окружающего ландшафта, в то время как распространение почв, как правило, всё больше локализовано. Вблизи верхнего высотного предела существования растений полупочвенные образования присутствуют в ничтожных количествах в щелях и нишах между камнями, хотя встречается локальное «продвинутое почвообразование», связанное с плотными жизненными формами долгоживущих растений (подушковидные, дерновинные (тусоковые) злаки), накапливающими в процессе своей жизнедеятельности почвосубстрат, образовавшийся в результате перегнивания собственного растительного опада.

Большое влияние на характер распространения растительности в горах оказывает характер материнских пород. Особенно это заметно при сравнении высокогорий и равнин, одетых толстым плащом осадочных пород, что во многом сглаживает пространственные различия почвенных субстратов на равнине и их зависимость от почвообразующих пород. Так, в горах существенные отличия растительности могут наблюдаться на основных и кислых породах, на породах различного гранулометрического состава. В отдельных случаях кальцифильные и базифильные растения могут образовывать своеобразную мозаику, обусловленную вкраплениями известковой породы в морену, образованную обломками метаморфических основных пород (личное сообщение Н.Н. Лащинского (мл.)).

Всё это позволяет считать увеличение абсолютной высоты над уровнем моря причиной, обусловливающей высокую пространственную разнородность сред обитания растений в высокогорьях.

С увеличением степени аридности климата так же увеличивается степень мозаичности растительного покрова в горах. Ещё В.В. Сапожников (1914) в наиболее аридных районах Алтая наблюдал проникновение степных растений в альпийский пояс, что во многом обусловлено выпадением лесного пояса, препятствующего контакту степной и альпийской растительности в более гумидных горах. О.Е. Агаханянц (1981) рассматривал мозаичность, расплывчатость поясных границ в качестве черты, свойственной аридным горам. Следствием моза-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ичности является типологическая расплывчатость сообществ, проявляющаяся в глубоком взаимопроникновении одних типов растительности в сообщества других типов. Это подтверждается исследованиями подушковидных растений на территории Юго-Восточного Алтая. Подушковидные растения по экологическим особенностям можно разделить на две экологические группы – криофитные подушковидные растения, встречающиеся в основном на верхней ступени альпийского пояса (сообщества таких растений образуют так называемые криофитные подушечники) и ксерофитные подушковидные растения, приуроченные, в основном, к бортам обширных котловин в пределах горно-степного пояса (образующие ксерофитные подушечники). Дифференциация этих групп растений обычно носит хорошо выраженный характер, вплоть до пространственного разделения. Только на отдельных горных массивах, климат которых, по-видимому, более засушлив, можно наблюдать картину, характерную для аридных районов Средней Азии. В районе верховьев реки Талдудюргун (отроги Северо-Чуйского хребта) на отдельно стоящем горном массиве, примыкающем к наиболее аридному району Юго-Восточного Алтая – северо-западу Чуйской котловины, представители криофитных и ксерофитных подушковидных растений встречаются в пределах площади одного геоботанического описания. Но и здесь, как правило, криофитные подушковидные растения группируются в микро- и нанорельефе с северной стороны, а ксерофитные подушковидные растения – с южной. Например, с северной стороны камня растёт *Dryadanthe tetrandra* (криофитное подушковидное растение), а с противоположной – *Oxytropis tragacanthoides* (ксерофитное подушковидное растение). Несомненно, требования к характеру местообитаний у этих растений различны, и встречаемость их на небольшом участке в пределах одного геоботанического описания подтверждает вывод о крайней степени пространственной мозаичности местообитаний в аридных и семиаридных горах, что выражается в крайней степени гетерогенности растительности, размывающей систему их высотных поясов. При увеличении общей гумидности климата экологически различные подушковидные растения тяготеют к более морфологически выраженным формам рельефа, вплоть до дифференциации по поясам. Подобные закономерности носят универсальный характер и свойственны и другим типам растительности. Такие примеры для Горного Алтая, климат которого в целом гораздо более влажный, чем в аридных горах Средней Азии, довольно редки. Но даже в более влажных районах Алтая, благодаря разнообразию местообитаний, обусловленных сложностью рельефа, можно встретить сообщества растений, состоящих из экологически разнородных компонентов. Например, на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта, в долине Актру, где общее годовое количество осадков составляет более 700 мм (Горный Алтай, 1971), на высоте 2350 метров над уровнем моря на левой старой боковой морене ледника Малый Актру было обнаружено сообщество, где в пределах площади одного геоботанического описания встречены экологически разнородные виды растений – *Saxifraga oppositifolia, Silene turgida и Pinus sibirica.* Камнеломка в этом местообитании находится вблизи нижней границы своего высотного распространения в долине. Смолёвка (*Silene turgida*) отмечена в работе Н.В. Ревякиной (1996) в составе приледниковой флоры, но, по-видимому, в подобных местообитаниях находится на пределе своей экологической амплитуды, встречаясь, в основном, ниже, в районе горных степей на каменистых и скальных участках в более аридных климатических условиях. Кедр в данном месте находился на верхнем высотном пределе своего распространения в долине. Существование подобных сообществ в горах, по-видимому, обусловлено не только многовариантностью экологических условий, из-за мозаичности проявления климатических и эдафических факторов в пространстве и во времени, но и отсутствием климаксового сообщества. Подобные пионерные группировки растений, отдельные компоненты которых находятся на пределе своей экологической амплитуды, как и все пограничные растительные сообщества, довольно чётко индицируют изменения экологической обстановки и могут служить для целей многолетнего мониторинга, направленного на изучение изменений климата.

При исследовании высокогорной растительности исследователи часто сталкиваются с высокой степенью экологической неоднородности горных растений в сообществах. Как отмечает Ch. Kцrner (1991, 1999), высокоспециализированные высокогорные виды с узкими высотными пределами распространения являются слабыми индикаторами специфики своей жизненной зоны. Причиной этого является большое структурное и функциональное разнообразие, которое характерно растениям на больших высотах (Kцrner, 1999). Это наиболее наглядно выражено в морфологическом строении высокогорных растений. Для гор характерно большое разнообразие жизненных форм, соответствующее разнообразию экотопов и обилию экологических ниш. Причём в высокогорьях часто встречаются полибиоморфные сообщества (Волкова, 1995), что на морфологическом уровне отражает разнообразные стратегии использования пространства–времени растениями. В экстремальных местообитаниях корреляционное сопряжение адаптационных особенностей растений достигает наивысшего напряжения. Габитус растений высокогорий непосредственно связан с экологическими особенностями растений, и многообразие жизненных форм отражает повышение многообразия экологических ниш. В сомкнутых растительных сообществах высокогорий – альпийских и субальпийских лугах – мозаичность экологических условий во многом нивелируется их эдификационными свойствами. Под подобными сообществами на более или менее выположенных участках поверхности формируются довольно развитые, пространственно однородные

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

почвы. Относительная однородность и благоприятность экологических условий на горных лугах проявляется в преобладании травянистых многолетников мезоморфного строения. С другой стороны, мозаика местообитаний у верхнего высотного предела распространения растительности обусловливает многообразие стратегий выживания растений, что отражается, прежде всего, в многообразии жизненных форм растений. Так, на плоском водоразделе Курайского хребта, на высоте 2950 м над ур.м., нами были отмечены следующие жизненные формы растений: подушковидные, розеточные, полурозеточные, шпалерные, дерновинные пейноморфные растения и миниатюрные малакофильные травы. Причём здесь наблюдалось множество промежуточных форм, которые, как отмечает Н.В. Ревякина (1996), трудно включить в общую цепь филогенетических преобразований. Адаптивная сторона типологической расплывчатости растительного покрова заключается в использовании растениями всех возможных экологических ниш при напряжённости условий среды (Агаханянц, 1981). Подушковидные растения на гребне Курайского хребта преобладали над другими жизненными формами растений, что связано с их экологическими особенностями (способностью подушковидных растений к поддержанию благоприятного температурного режима внутри «подушки» (Волков, Ревушкин, 2000), процессу локального почвообразования внутри таких растений, устойчивости к сильным ветрам и другим факторам). Повышенную роль жизненных форм с густыми, плотно расположенными надземными частями – плотнодерновинных, подушечных, розеточных – в гольцовых пустынях отмечает В.Б. Куваев (1985). Растения, не создающие подобных структур, в таких условиях вынуждены сокращать пространственные и временные показатели своих микроэкотопов и тратить значительную часть энергии на репарационные процессы, что, как правило, является причиной их минимальных размеров и продолжительности жизни и ведёт к преобладанию плотных жизненных форм растений (Волков, 2001). Миниатюрные растения в экстремальных условиях, вблизи высотного распространения цветковых растений в горах, занимают различного рода микропонижения, расселины, щели между камнями и скалами, в которых формируется особый наноклимат и скапливается некоторое количество гумуса.

Конечно, эти примеры не исчерпывают всего разнообразия стратегий освоения растениями высокогорных сред, которые могут существенно меняться в зависимости от возрастной стадии, особенностей метаболизма и типа местообитания, что отражается в отмеченном ранее многообразии промежуточных форм.

В увеличении экологической неоднородности растительного покрова высокогорий свою роль играют и биотические факторы, обусловливающие обитание нехарактерных для высокогорий растений (в частности мхов – эпиксильных тенелюбивых гигромезофитов) в толще растений-подушек, плотных дерновин и других плотных растительных образованиях, встречающихся у верхней черты растительности (Волков, Волкова, 2000). Особенности внутренней среды в таких плотных структурах резко отличаются от более экстремальных условий внешней среды, в частности в отношении температурного режима (Волков, Ревушкин, 2000), что позволяет менее адаптированным к экстремальным проявлениям абиотической высокогорной среды организмам осваивать подобные местообитания.

Таким образом, экологическая неоднородность растительности высокогорий является следствием пространственной гетерогенности условий обитания растений, повышающейся с увеличением абсолютной высоты и аридности климата. Растения высокогорий при освоении высокогорных сред используют различные стратегии освоения пространства–времени, что находит отражение в большом разнообразии жизненных форм, отмечаемом в высокогорных биомах, что, в свою очередь, индицирует их высокое экологическое разнообразие.

Экологическая неоднородность сообществ высокогорных растений зависит не только от физических особенностей среды, но и от истории происхождения флоры, которая, как правило, берет начало от различных флорогенетических групп. Так, растительность горных пустынь часто состоит из растений мигрировавших из гипсометрически ниже расположенных пустынь. Некоторое сходство условий среды обеспечило процесс приспособления. Длительность вегетационного периода в обоих случаях одинакова; разница состоит лишь в том, что период покоя в высокогорье обусловлен долгой холодной зимой, а на более низких отметках – затяжной летней засухой и короткой холодной зимой. Поскольку растения морозоустойчивы, то смена местообитания для них существенного значения не имела (Вальтер, 1975). Морфологическое сходство криофитных и ксерофитных растений, отмеченное О.Е. Агаханянцем (1981), позволяет говорить о сходном направлении адаптаций растений в ходе приспособления к сухо-холодной (криофитизация) и сухой и жаркой (ксерофитизация) средам.

Таким образом, в формировании растительного покрова гор важным фактором является процесс преадаптации отдельных видов растений-выходцев из равнинных биомов, в результате чего они «приходят» в горы, уже в некоторой степени соответствуя здешним местообитаниям.

Распределение биотических сообществ в горных областях носит своеобразный характер, как этого и следовало ожидать, учитывая разнообразие физических условий. На отдельно взятой горе могут быть представлены четыре или пять биомов со многими зональными подразделениями. Следовательно, здесь имеет место более тесный контакт между биомами и более активный обмен между биотами, чем в равнинных областях (Одум, 1986). Такой взгляд, распространённый в экологической и ботанико-географической литературе, по-видимому, не совсем точно отражает причинно-следственную связь

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

явлений, приводящих к активному обмену между биотами различных поясов. По сути, тесный контакт между биомами и отсутствие биогеографических барьеров является предпосылкой миграции видов. Причиной поясного взаимопроникновения растений является: 1) широта экологической амплитуды растений (которую вряд ли стоит переоценивать, так как абсолютных эвритопов быть не может) и 2) наличие подходящих местообитаний в другом поясе, следствием чего является некая степень экологической неоднородности горной поясной растительности, повышающаяся с ростом абсолютной высоты и аридности климата.

Видовой состав растительных группировок не всегда является хорошим индикатором экологических условий, тем более в высокогорьях с их высокой пространственной мозаикой местообитаний. Растения с широкой экологической амплитудой (эвритопы) обычно обладают значительной степенью адаптивности, проявляющейся в морфологической, физиологической, ритмологической изменчивости, позволяющей им приспосабливаться к изменению экологической ситуации.

Эвритопный организм способен освоить несколько разных по рангу и типологически различных биогеомеров, и в каждом из них проявляются специфические реакции, нередко оформляющиеся в его облике. Благодаря этому образуются экады или формы роста (ценопопуляционные модификации одного и того же вида), свойственные различным сообществам (Львов, 1995). Так, например, *Potentilla nivea* L., произрастающая в Горном Алтае в парковых лиственичниках в виде мезоморфного травянистого растения, в высокогорьях часто приобретает подушковидную форму (Волков, 2001). Таким образом, внутривидовая изменчивость индицирует смену экологической обстановки.

Растения, не обладающие столь высокой степенью адаптивности, вряд ли способны обладать столь широкой экологической амплитудой. Некоторая степень толерантности этих растений (при сохранении их биологических особенностей) вряд ли может быть сравнима с толерантностью экологически пластичных видов. Специализированные виды при изменении условий более уязвимы, так как «отбор не обладает способностью предвидения» (Красилов, 1972; Недолужко, 1998). Существование большого количества специализированных видов растений в горах связано с наличием комплекса подходящих местообитаний в системе высотных поясов, находящихся на относительно небольшом расстоянии друг от друга, что обеспечивает возможность «эвакуации» при изменении экологической обстановки. Такая повышенная буферная способность имеет далеко идущие последствия для состава сообществ, позволяя сохраняться в них древним формам или же закрепляться молодым, недавно возникшим видам. Особенно богаты в этом плане субальпийские группировки. В альпийском поясе условия среды уже начинают приближаться к пределу, и состав фитоценозов резко обедняется, хотя и включает множество своеобразных по своим адаптациям растений (Второв, Дроздов, 2001).

Литература

Агаханянц О.Е. Аридные горы СССР. М.: Мысль, 1981. 268 с.
Вальтер Г. Растительность земного шара. М.: Прогресс, 1975. Т. 3. 428 с.
Волкова Е.А. К вопросу типологии высокогорной растительности // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 10. С. 24–29.
Волков И.В. К пространственному подходу в изучении жизненных форм растений // Krylovia. 2001. Т. 3. № 2. С. 7–13.
Волков И.В., Волкова И.И. К исследованию ценотических связей различных биологических групп высокогорных растений // Krylovia. 2001. Т. 3. № 1. С. 114–116.
Волков И.В., Ревушкин А.С. К изучению температурного режима подушковидных растений Юго-Восточного Алтая // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 3. С. 105–108.
Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биогеография. М: Владос, 2001. 304 с.
Голубчиков Ю.Н. География горных и полярных стран. М.: МГУ, 1996. 303 с.
Горный Алтай. Томск: ТГУ, 1971. 251 с.
Красилов В.А. Палеоэкология наземных растений. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. 212 с.
Куваев В.Б. Холодные гольцовые пустыни. М.: Наука, 1985. 79 с.
Львов Ю.А. Организованность экологического пространства // Вопросы географии Сибири. Томск, 1995. Вып. 21. С. 23–31.
Недолужко В.А. Имеются ли доказательства первичности древесных биоморф у покрытосеменных? // Krylovia. Томск: ТГУ, 1998. С. 3–14.
Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 373 с.
Сапожников В.В. У верхней черты растительности // Сб. науч. тр., посвящённый К.А. Тимирязеву и его ученикам. М., 1916. С. 85–102.
Седельников В.П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1998. 221 с.
Ревякина Н.Ф. Современная приледниковая флора Алтае-Саянской горной области. Барнаул, 1996. 310 с.
Körner Ch. Alpine Plant Life. Berlin: Springer, 1999. 338 p.
Körner Ch. Some often overlooked plant characteristics as determinants of plant growth: a reconsideration // Funct Ecol. 1991. № 5. P. 162–173.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ВЛИЯНИЕ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»

Г.Т. Кандалова
Государственный природный заповедник «Хакасский», г. Абакан
reserve@khakasnet.ru

Степи на территории Хакассии занимают 753,2 тыс. га. Пастбищное использование – один из основных путей их хозяйственного освоения. Проблема деградации степных пастбищ обозначилась еще в 70–80 гг. прошлого века. На протяжении последних 25–30 лет сохранялась чрезмерная пастбищная нагрузка и бессистемный выпас скота, главным образом овец. К концу 90-х гг. около четверти всех пастбищ Хакассии находилось на последних стадиях сбоя и практически не использовалось, а еще четвертая часть была сильно нарушена и нуждалась в щадящем режиме использования (Горшкова, 1991).

Большие пространства, некогда покрытые степной растительностью, в годы массового освоения целины были распаханы. Через несколько лет значительные площади оказались выведены из оборота и заброшены, т.е. переведены в залежь. В настоящее время в Хакассии площадь залежных земель составляет около 300 тыс. га. Восстановление их происходит медленно, поэтому преобладают по площади бурьянистые залежи, никем не используемые. В таком состоянии настоящие и луговые степи в составе семи кластерных участков образовали в 1991 г. степную часть заповедника «Чазы», преобразованного в 1999 г. в заповедник «Хакасский». Если стадии пастбищной дигрессии изучены и детально описаны (Горшкова, 1989, 1991 и др.), то восстановительные процессы изучены недостаточно.

В связи с вышеизложенным изучение современного состояния настоящих степных фитоценозов и влияние на них заповедного режима представляется вполне актуальным. Мониторинг за ходом естественных процессов, происходящих на деградированных в разной степени пастбищах и залежных землях, позволит установить характер смен и время, необходимое для полного восстановления коренной растительности.

В круг наших задач входили следующие: установить проективное покрытие, флористический состав и встречаемость видов в настоящих степных фитоценозах; определить систематический и экологический спектры исследуемых фитоценозов; выяснить жизненные позиции доминантов (ранг доминирования, плотность, демографический состав ценопопуляций); определить изменение надземной фитомассы и ее структуру; установить характер и скорость демутационных процессов за годы заповедного режима.

Физико-географическая характеристика района и объекты исследования

Степные участки заповедника «Озеро Шира» и «Озеро Иткуль», где проводились исследования, расположены на территории Ширинского района Республики Хакассия. Площадь первого – 1,4 тыс. га, второго – 5,5 тыс. га. По геоботаническому районированию они входят в состав Ширинской озерно-котловинной степи Июсо-Ширинского (Северо-Хакасского) степного округа (Растительный покров Хакассии, 1976).

Средние высотные отметки ширинского участка составляют 356–360 м над уровнем моря, участка «Озеро Иткуль» – 456–465, т.е. на 100 м выше, чем первого.

Рельеф участка «Озеро Шира» слабохолмистый, почти ровный. Он включает приозерные террасы и заболоченную пойму, по которой протекает р. Сон, впадающая в озеро Шира. Две постоянные пробные площади размером по 500 кв. м каждая расположены на лево- и правобережье р. Сон. На левом берегу – это ковыльно-типчаковая (*Stipa Krylovii* + *Festuca valessiaca*) мелкодерновинная степь, на правом – ковыльно-змеевковая (*S. krylovii* + *Cleistogenes sguarrosa*). В 2000 г. изучали основные показатели фитоценозов, т.е. их пространственные изменения.

Рельеф участка «Озеро Иткуль» выше, имеет большее расчленение, чем участок «Озеро Шира». Постоянная пробная площадь размером 500 кв. м заложена на пологом склоне северо-западной экспозиции – это полынно-колосняковая (*Artemisia frigida* + *Leymus ramosus*) крупнодерновинная степь (старая залежь). На месте данного выдела площадью около 400 га в 1971 г. была пашня. Изучали погодичные (2000–2001 гг.) изменения показателей данного фитоценоза.

Погодичные изменения крупнодерновинной полынно-колосняковой залежи на участке «Озеро Иткуль»

Проективное покрытие за два года практически не изменилось (50–70%). Количество видов в 2000 г. – 44; в 2001 г. – 57. В 2000 г. первые четыре места по встречаемости (75–45%) занимали полынь холодная (*Artemisia frigida*), колосняк ветвистый (*Leymus ramosus*), ковыль-волосатик, или тырса (*Stipa capillata*), прострел Турчанинова (*Pulsatilla turczaninovii*). В 2001 г. встречаемость от 92 до 40% имели 7 видов, из них общие с 2000 г. – полынь холодная, тырса и колосняк ветвистый (встречаемость 92–76%).

Систематический спектр 2000 г. включал 15 семейств, 2001 г. – 22 семейства. В 2000 г. от 9 до 30% спектра приходилось на 4 семейства: злаки, сложно- цветные, бобовые и губоцветные, в 2001 г. – на 3 семейства, преобладающие в 2000 г., за исключением бобовых. Большое разнообразие систематических спектров определя-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ется главным образом семействами, представленными 1–2 видами (розоцветные, осоковые, касатиковые, норичниковые и др.).

Экологический спектр полынно-колосняковой залежи включал 6 экологических групп. Доминирующее положение (примерно 44%) занимали ксерофиты, на 2-м месте – мезоксерофиты и на 3-м месте – мезофиты. Участие остальных экологических групп (галофиты, ксеропетрофиты, псаммофиты) незначительно.

По рангу доминирования (Макаревич, 1964) 1-е место занимали колосняк ветвистый (в 2000 г. – 40,0%, в 2001 г. – 57,9%), 2-е – полынь холодная (40% и 52,2% соответственно), 3-е – ковыль волосатик (11,1% и 21,5%)

Плотность ценопопуляции (ЦП) доминантов в 2001 г. в 2–3 раза выше, чем в 2000 г. Значительное увеличение численности ЦП можно объяснить погодными условиями. Благоприятное сочетание тепла и влаги летом 2000 г. способствовало интенсивному разрастанию корневищ и других подземных органов, что и обусловило, по всей вероятности, обильное отрастание надземных побегов в 2001 г. Подтверждением этого служит возросшее в 1,5–2 раза участие молодых вегетативных особей в возрастном составе ЦП колосняка и полыни.

Общий запас зеленой массы составил в 2000 г. 31,6 ц/га; в 2001 г. – 27,2; сена – 22,5 и 17,8 ц/га соответственно. В том и другом году в ботаническом составе травостоя преобладали злаки (68,2 и 42,7%). Доля бобовых была не существенна. Процент разнотравья уменьшился с 26,7 до 18,8% . Доля ветоши увеличилась с 5,1 до 38,5%.

Пространственные изменения мелкодерновинных степных фитоценозов на участке «Озеро Шира»

Проективное покрытие травостоя ковыльно-типчаковой мелкодерновинной степи (левый берег р. Сон) составило 30–50%, ковыльно-змеевковой (правобережье р. Сон) – 40–60%. Количество видов увеличивается с 31 до 33 соответственно.

Встречаемость от 90 до 45% на левом берегу имели 6 видов, на правом – 7. Самая высокая встречаемость (от 84 до 60%) в левобережной части у полыни холодной, овсяницы валисской, ковыля Крылова; на правобережье аналогичные позиции занимают 5 видов: змеевка растопыренная, ковыль Крылова, копеечник Гмелина (*Hedysarum gmelinii*), полынь холодная, касатик русский (*Iris ruthenica*).

Систематический спектр ковыльно-змеевкового фитоценоза представлен 16 семействами, ковыльно-типчакового – 15. Основная нагрузка в спектрах ложится на два семейства: на левом берегу – это злаки и розо-цветные, на правом – злаки и сложноцветные. Остальные семейства играют незначительную роль.

Экологический спектр левобережного фитоценоза представлен 6 экологическими группами, правобережного – 5. В том и другом местообитаниях преобладают ксерофиты (61,2 и 59,4% соответственно), заметно меньшее значение имеют мезоксерофиты (16,1 и 21,8%). Мезофиты, ксеропетрофиты и галофиты имеют небольшое значение. Таким образом, в сообществах мелкодерновинной степи преобладают группы ксерофитов. Роль мезофитов, в отличие от крупнодерновинных степных фитоценозов, незначительна.

По рангу доминирования в левобережной части степи на первом месте стоят овсяница валисская + овсяница ложноовечья (*F. pseudovina*) – 57,9%, в правобережье 1-е место занимает змеевка растопыренная (72,2%). Роль содоминанта в том и другом сообществах выполняет ковыль Крылова (46,7 и 35,3% соответственно). На третье место на левобережье выходит полынь холодная (38%), на правобережье – копеечник Гмелина (25%).

Запас зеленой массы ковыльно-типчаковой степи составил 27,2 ц/га, ковыльно-змеевковой – 31,4 ц/га; сена – 11,8 и 10,5 ц/га соответственно. В ботаническом составе того и другого фитоценозов преобладали злаки (75,6 и 47,5%). Доля бобовых высока в правобережной степи (около 35%), в левобережной части их роль была незначительна. Ветошь в травостое ковыльно-типчаковой степи отсутствовала, т.к. весной 2000 г. травостой выгорел, в ковыльно-змеевковой ее доля составляла 1,5%.

Характер и скорость демутационных сукцессий степных сообществ на участках «Озеро Шира» и «Озеро Иткуль»

Участок «Озеро Шира» – ковыльно-типчаковая мелкодерновинная степь – до организации заповедника находился в режиме чрезмерного перевыпаса. Доминант – осока твердоватая (*Carex duriuscula* С.А. Меу) – индикатор последних стадий пастбищной дигрессии. Проективное покрытие составляло 30–35%, список видов – 11–15, надземная фитомасса (возд.-сухая) – 1,4–2,0 ц/га.

Современное состояние данного фитоценоза можно считать близким к стационарному. По количеству видов (31) и надземной фитомассе (10–12 ц/га) оно соответствует коренной мелкодерновинной степи, лишь уступая ей в проективном покрытии (40–50% и 60–70%). Доминанты (типчак и ковыль Крылова) и их жизненные позиции также подтверждают вывод о восстановлении нарушенного фитоценоза до состояния, близкого к коренной ассоциации. Однако третий доминант – полынь холодная – свидетельство того, что демутационный процесс еще не завершен. Подтверждением этого вывода служит еще и значительное участие в фитоценозе сорных видов растений: караганы карликовой (встречаемость 44%), лапчатки вильчатой (28%), лапчатки бесстебельной (12%) и др. Доля сорных растений в составе флоры данного фитоценоза составила около 30%.

Современное состояние полынно-колосняковой крупнодерновинной залежи: проективное покрытие – 50–70%, число видов – 57, производительность пастбищной массы – 31,6 ц/га, сена – 22,5 ц/га. В составе травостоя преобладают злаки (68,2%). Хотя по составу жиз-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ненных форм доминантов (почти все они корневищные) данное сообщество следует отнести к корневищной стадии демутационной сукцессии, тем не менее заметное участие в травостое ковыля-волосатика (встречаемость 80%, ранг доминирования – 21,5%) – свидетельство перехода данного сообщества на последнюю стадию демутационной сукцессии – плотнодерновинных злаков.

Выводы

1. Полынно-колосняковая крупнодерновинная залежь на участке «Озеро Иткуль» за два года исследований претерпела заметные изменения. Флористический список дополнился 13 видами (с 44 до 57). Возросло число видов с высоким классом встречаемости (с 4 до 7). Значение трех преобладающих в систематическом спектре семейств (злаки, сложноцветные, губоцветные) не изменилось, за исключением бобовых. Их участие в 2001 г. существенно уменьшилось. В экологическом спектре фитоценоза из 6 экологических групп преобладали ксерофиты, на втором месте – мезоксерофиты, на третьем – мезофиты.

2. Жизненные ЦП доминантов (колосняк ветвистый, полынь холодная, тырса) не изменились по отношению друг к другу. Однако ранг доминирования их заметно возрос, что обусловлено увеличением численности ЦП в 2001 г. в 2–3 раза.

3. С увеличением численности ценопопуляций доминантов связано изменение их возрастного состава. Участие вегетативных особей увеличилось в 1,5–2 раза, соответственно уменьшилась доля генеративных растений.

4. Показатели наземной массы в 2001 г. несколько уменьшились. В ботаническом составе травостоя преобладали злаки. Доля разнотравья снизилась за счет увеличения запаса ветоши (с 5,1 до 38,5%).

Все количественные изменения данного фитоценоза носят главным образом характер флюктуаций, за исключением ЦП ковыля-волосатика, изменения обилия которого, наряду с флюктуационным, имеют и направленный, т.е. сукцесионный характер.

5. Пространственные изменения мелкодерновинных фитоценозов на участке «Озеро Шира» носят как количественный, так и качественный характер. Степные сообщества лево- и правобережья р. Сон отличаются доминантами. Коэффициент сходства данных фитоценозов составил 0,49.

6. Ковыльно-змеевковая мелкодерновинная степь имеет более высокие значения исследуемых показателей. В ковыльно-типчаковой степи в систематическом спектре преобладали злаки и розоцветные, в ковыльно-змеевковой – злаки и сложноцветные.

7. Экологический спектр левобережного сообщества включает 6 экологических групп, правобережного – 5. В том и другом местообитаниях доминируют ксерофиты, содоминируют мезоксерофиты.

8. Показатели надземной массы несколько выше в ковыльно-змеевковой степи (правый берег р. Сон). В ботаническом составе травостоя того и другого сообществ преобладали злаки. Участие бобовых значительно на правобережном участке степи. Ветошь из-за недавнего пала отсутствовала.

9. Состояние ковыльно-типчаковой мелкодерновинной степи за 10 лет заповедного режима приблизилось к стационарному. Однако значительное участие в фитоценозе полыни холодной, а также некоторых сорных растений свидетельствует о незавершенности демутационной сукцессии.

10. Полынно-колосняковая крупнодерновинная залежь, сформировавшаяся на месте пашни (1971 г.), находится в состоянии, переходном от корневищной стадии к последней стадии демутационной сукцессии, – плотнодерновинных злаков.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ВОЗРОЖДЕНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ

С.Н. Кирпотин
Томский государственный университет, г. Томск
kirp@ecos.tsu.ru

Ландшафтная экология – сравнительно молодое направление экологических исследований, возникшее на стыке экологии и географии в конце 30-х гг. XX в. Термин *«ландшафтная экология»* ввел в 1939 г. немецкий ученый, специалист по дистанционным методам изучения ландшафта и дешифрированию аэрофотоснимков Карл Тролль (Сочава, 1986; Turner, Gardner, 1991; Environmental Systems, 1996; Виноградов, 1998). Однако было бы неправильным утверждать, что с тех пор ландшафтно-экологическое направление окончательно сформировалось. Сегодня наблюдается бурное оживление интереса к этой области, и можно сказать, что ландшафтная экология переживает период своего возрождения.

Основная цель этой дисциплины, по словам президента Американской ассоциации географов 20-х гг. Х. Берроуза, *«изучать взаимоотношения между людьми и территорией»*. Реальная необходимость в ее развитии возникла только тогда, когда техногенное воздействие человека на природные ландшафты приобрело колоссальные масштабы, сравнимые с действием крупных геологических сил природы. Не удивительно, что во второй половине XX в. появилась тенденция рассматривать *«географию как экологию человека»* (Сочава, 1986).

Вместе с тем сложилась парадоксальная ситуация. С одной стороны, ландшафтная экология признается ключевым и, пожалуй, наиболее важным разделом экологии в том смысле, что управление окружающей средой и принятие решений в области природопользования можно обосновывать и осуществлять только на ландшафтном уровне. С другой стороны, концептуальные и методологические вопросы развития этого направления находятся на стадии становления.

Несомненно одно: ландшафтная экология имеет особо важное прикладное значение для человека, поскольку его деятельность всегда проявляется на определенной территории. Да и сама территория, свойства ландшафта оказывают очень большое влияние на быт и культурное развитие человеческого общества, во многом предопределяют специфику его хозяйственной и экономической деятельности. Не случайно именно ландшафт называют *«средой обитания человека»* (Гумилев, 1990).

Сближение экологии и географии, приведшее к возникновению нового междисциплинарного направления – ландшафтной экологии, происходило на определенном историческом фоне, который замечательно точно описал В.Б. Сочава в своей статье «География и экология», впервые опубликованной в 1970 г.

Интересы географов всегда были устремлены на изучение крупных регионов. Еще сравнительно недавно изучение небольших территорий многими учеными не признавалось относящимся к компетенции географии. Внимание же экологов, напротив, было направлено главным образом на изучение конкретных организмов, популяций и биогеоценозов. Экологические проблемы регионального масштаба обычно относились к компетенции биогеографии. В последние годы в этом отношении наметились существенные изменения, при этом экология и география идут навстречу друг другу (Сочава, 1986).

В.Б. Сочава (1986) отмечает, что сближению географической и экологической точек зрения немало способствовала трактовка географической среды с позиций теории систем. Теперь полюса интересов поменялись и в нашей стране, и за рубежом все больше внимания географы уделяют изучению физико-географической фации (минимальной единицы ландшафта). В то же время экологи значительно чаще, чем в прошлом, обращают внимание на закономерности регионального и планетарного масштаба.

Ландшафтная экология, по мнению авторов фундаментальной британской монографии «Системы окружающей среды» (Environmental Systems, 1996), имеет дело с уровнем организации более крупным, чем отдельные экосистемы. На этом уровне сами экосистемы становятся компонентами пространственных систем, таких как ландшафты, которые являются уже не экологическими, а географическими природными системами. Однако фокус нашего внимания продолжает при этом оставаться экологическим, т.е. изучаются сообщества животных и растений (не исключая человека) совместно со средой их обитания как функциональные части экосистем, составляющих ландшафт.

Необходимо отметить, что системы, объединяющиеся в структуры более крупных масштабов, образуют при этом нечто большее, чем просто сумма компонентов. Именно при взаимодействии компонентов появляются уникальные *организационные* свойства, присущие более высокому уровню. Эти свойства получили название *эмерджентных*. Таким образом, ландшафт – это не просто совокупность экосистем или других компонентов, его составляющих, а целостная реально существующая природная географическая система определенного ранга с присущими ей эмерджентными свойствами, которые не проявляются ни на организменном, ни на популяционном, ни даже на экосистемном уровнях, а только на уровне ландшафтном.

Ландшафтная экология делает акцент на изучении, как правило, крупных территорий и выявлении влияния экологических процессов на формирование пространственной структуры экосистем и ландшафтов и, наоборот, воздействии пространственной неоднородности на

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

биотические и абиотические процессы, протекающие в ландшафтах (Turner, Gardner, 1991). Она в особенности рассматривает: 1) развитие и динамику пространственных неоднородностей; 2) взаимодействие и обмен между гетерогенными ландшафтами (ландшафтными структурами любого ранга); 3) влияние пространственной гетерогенности на биотические и абиотические процессы; 4) управление пространственной гетерогенностью (Rissel et al. 1984).

Таким образом, *объектом ландшафтной экологии являются географические системы локального, регионального и глобального уровней, изучаемые и анализируемые экологическими методами.*

Пожалуй, наиболее важными, ключевыми понятиями ландшафтной экологии являются понятия (более того – концепции) *масштаба*, *пространства* и *времени* (Turner, Gardner, 1991). Так, структура, функционирование и динамика ландшафтов зависят от масштаба рассмотрения, поскольку ландшафты являются пространственно гетерогенными территориями (своего рода мозаикой различных местообитаний). Измерения параметров ландшафтного рисунка и определение его гетерогенности безусловно зависят от масштаба рассмотрения, в котором они проводятся. Например, Гарднер (Gardner et al., 1987) убедительно продемонстрировал, что количество, размеры и форма пятен в рисунке того или иного ландшафта зависят от линейных величин карты. Наблюдения за функциональными характеристиками ландшафта, такими, например, как потоки организмов, также зависят от масштаба рассмотрения.

Масштаб, на котором происходит человеческое восприятие границ и пятен ландшафтного рисунка, может иметь незначительное отношение к различным поточным процессам и выделениям. Например, если мы занимаемся изучением конкретного организма, то вряд ли распознаем элементы мозаики пятен или их динамику до тех пор, пока придерживаемся организмо-центрического взгляда на окружающую среду (Wiens, 1985). Подобным же образом абиотические процессы, такие как выделение и перемещение газов, могут оцениваться по пространственной гетерогенности, которая совершенно не очевидна на интуитивном уровне или визуально не заметна для наблюдателя (Gosz and Sharp, 1989). Динамика ландшафта может проявляться в виде устойчивой мозаики в одном масштабе и быть совершенно незаметной в другом. Таким образом, любые заключения относительно взаимодействия ландшафтных рисунков и природных процессов должны делаться с точным пониманием масштаба (Turner, Gardner, 1991).

Однако необходимо отметить, что в «западной» экологии категории масштаба традиционно обозначаются несколько иначе, чем в географии. В ландшафтной экологии принято выделять две категории масштаба: тонкий масштаб (англ. – *fine scale*), соответствующий высокому разрешению или небольшим ключевым участкам, и широкий масштаб (англ. – *broad scale*), соответствующий грубому разрешению или крупным ключевым участкам. В то время как при использовании картографического масштаба в географии крупный масштаб (англ. – *large scale*), напротив, соответствует высокому разрешению. Поэтому применяя слово «масштаб», всегда необходимо уточнять, о каком масштабе идет речь: экологическом или географическом (Turner, Gardner, 1991).

Ландшафты могут наблюдаться с разных точек зрения, а экологические процессы, протекающие в ландшафтах, могут изучаться в различных пространственных и временных масштабах (Risser, 1987). Обычно ландшафт определяют как совокупность форм земной поверхности определенного региона (Webster's New Collegiate Dictionary, 1980) или как земную поверхность с ассоциированными с ней местообитаниями в пересчете на гектары или квадратные километры. Более просто ландшафт может рассматриваться как пространственно неоднородная территория. Наиболее важными характеристиками ландшафта считаются структура, функционирование и изменения (динамика) (Forman, Gordon, 1986). *Структуру* ландшафта понимают как пространственные взаимоотношения между отдельными экосистемами, такие как распределение энергии, веществ и видов, в отношении размеров, формы, количества и конфигурации компонентов. *Функционированием* ландшафта называют взаимодействия пространственных элементов через потоки энергии, веществ, организмов между компонентами экосистем. *Динамику* ландшафта определяют как изменение в структуре и функционировании экологической мозаики во времени.

Компоненты ландшафта можно выделять на разной основе. Кроме традиционных – растительности, животных, вод, почв и литогенной основы – любой ландшафт представляет собой мозаику *«пятен»*, варьирующих по размерам, форме, происхождению, количеству, взаимному расположению и конфигурации. Именно пятна наносятся на карту в виде контуров и являются компонентами пространственной структуры ландшафта.

В большинстве случаев пространственная мозаика содержит узкие полосы или линии, которые могут функционировать, во всяком случае, частично, как своеобразные коридоры, по которым происходит перемещение различных веществ и объектов. С другой стороны, большинство мозаик содержит некий основной фон, в который вкраплены пятна и коридоры. Этот основной фон получил название *матрикс* (рис. 1, 2). Таким образом, выделяют три главных структурных компонента ландшафта: пятна, коридоры и матрикс (Environmental Sys-tems, 1996).

Пятна (англ. – *patch*) бывают разной формы и размеров, но в любом случае они не очень сильно вытянуты в длину по сравнению с коридорами. Обычно пятна имеют внутреннюю часть (англ. – *interior*) и внешнее окаймление (англ. – *edge*), как, например, опушка, обрамляющая лесной массив. Для удобства назовем эти обрамления пятен любых типов опушками. Важно отметить,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

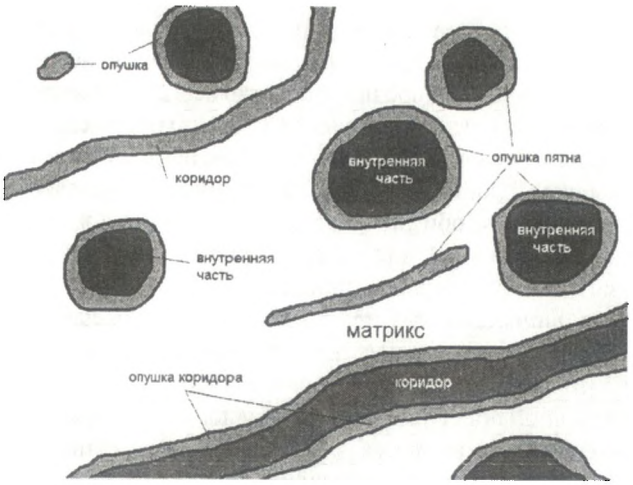


Рис. 1. Гипотетический ландшафт с пятнами, коридорами и их обрамлениями (Environmental Systems, 1996)

что небольшие пятна могут быть опушками в чистом виде, пятна средних размеров имеют сопоставимые по размерам опушки и внутренние части, в то время как в крупных пятнах внутренняя часть заметно преобладает (см. рис. 1, 2).

Вытянутые, линейно-протяженные формы ландшафтной мозаики получили название коридоров (англ. – *corridor*). Примером коридоров являются ручьи, реки, каналы, дороги, линии электропередач, нефте- и газопроводы, просеки в лесу. Нередко крупные (широкие) коридоры имеют свои собственные опушки (см. рис. 1, 2).

Коридоры способствуют миграции животных и растений. Например, узкие (до 60 м) просеки в лесу воспринимаются лесными животными как опушки, и по ним происходит активное перемещение мелких мышевидных грызунов. Однако коридоры могут быть не только удобными «магистралями» для перемещения, но и непреодолимыми преградами, границами, пересечь которые организмам не под силу. Те же самые, но более широкие просеки (60–120 м), уже являются самостоятельными ландшафтными выделами и оказываются трудно преодолимыми препятствиями для многих лесных организмов (Львов, 1995).

Матрикс (англ. – *matrix*) является фоном ландшафта и обычно, но не всегда, является ландшафтным элементом, занимающим наибольшую площадь и однородным по своей структуре. Он, как правило, оказывает большое влияние на экологические особенности и процессы развития пятен и коридоров (Environmental Systems, 1996).

Несмотря на то, что сам термин «ландшафтная экология» появился еще в конце 30-х гг., лишь сравнительно недавно (в середине 80-х гг.) изучение и построение экологических моделей структуры, функционирования и развития ландшафтов было обозначено как основная цель этой дисциплины (Environmental Systems, 1996).

Б.В. Виноградов (1998) – автор пока единственного в нашей стране учебника по ландшафтной экологии – выделяет несколько ее направлений: *функциональное, пространственное (хорологическое), динамическое и прикладное*. Однако необходимо отметить, что именно рассмотрение пространственных моделей отличает ланд-шафтную экологию от других традиционных направлений экологических исследований, которые не придают значения пространственным характеристикам природных систем и нередко допускают, что системы – это пространственно однородные (*гомогенные*) структуры, что совершенно не соответствует реальности. Отчасти это связано и с тем, что анализ и формализация пространственной неоднородности экосистем и ландшафтов считаются трудновыполнимой, а подчас и неразрешимой задачей, с которой многие исследователи просто не хотят связываться (Turner, Gardner, 1991).

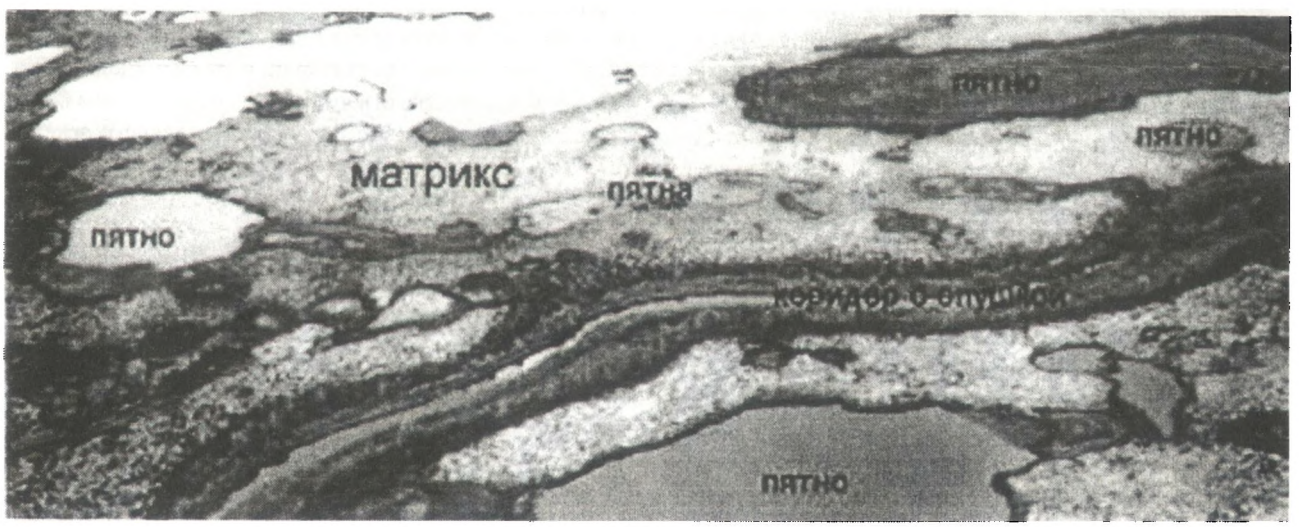


Рис. 2. Структурные элементы реального ландшафта плоскобугристого болотного комплекса на Севере Западно-Сибирской равнины: матрикс – выположенная поверхность мерзлых торфяных бугров (светлый фон дают лишайники); пятна – озера и талые мочежины; коридор – небольшая река с обрамлением луговой и лесной растительности по ее берегам (фото Я. Брауна)

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Вместе с тем все экологические процессы и явления, такие как сукцессии, биоразнообразие, пищевые модели, взаимодействия хищник–жертва, распределение особей и видов, динамика питательных элементов и распространение фактора беспокойства, имеют важные пространственные составляющие. Поэтому количественные методы, которые направлены на анализ связей пространственных рисунков и экологических процессов, протекающих в широких пространственных и временных масштабах, необходимы как в фундаментальных экологических исследованиях, так и для применения экологических разработок на практике. Однако трудности в анализе этих процессов, как мы уже отмечали выше, нередко приводили к тому, что пространственная динамика просто игнорировалась. Недавние успехи в развитии ландшафтной экологии лишний раз подчеркивают важность связей между пространственными рисунками и многими экологическими процессами и явлениями и требуют разработки новых, все более совершенных методов анализа пространственной структуры территорий и пространственно обусловленных экологических процессов (Turner, 1989).

По мнению автора этой статьи, развитию обозначенного направления, обогащению его методологии может существенно помочь выделение особой группы экологических факторов. Всем еще со школьной скамьи известно ставшее классическим разделение экологических факторов на три основные группы: абиотические, биотические и антропогенные. Последние, как справедливо отметил Б.Г. Иоганзен (1979), правильнее называть антропическими. Однако в этом ряду явно пропущена еще одна важная, а во многих случаях ведущая, группа экологических факторов, которые мы предлагаем называть *пространственными*. Речь идет о структуре пространства (геометрии и морфологии его организации), которая влияет на организмы и их сообщества не в меньшей степени, чем свет, температура, соленость, почва или другие организмы.

Геометрия пространства определяется как абиотическими (формы земной поверхности), так и биотическими (распределение организмов и их группировок в пространстве) и антропическими (специфика застройки, способы ведения хозяйства) составляющими, а поэтому имеет самостоятельное значение и не может быть сведена ни к одной из названных выше групп.

Многие исследователи прибегают к своего рода уловкам и считают некоторые свойства пространства, например рельеф поверхности, косвенно действующим фактором, перераспределяющим значения других (прямодействующих) факторов. Возможно, в какой-то мере это и справедливо. Однако во многих случаях пространственные факторы воздействуют на организмы напрямую, при этом иногда достаточно сильно, и удивительно, что «традиционные экологи» этих воздействий не замечают или стараются не замечать.

Эффект непосредственного воздействия пространства на живые организмы особенно хорошо известен этологам – специалистам по поведению животных (не путать с экологами), и психологам. Незнакомое, непривычно организованное пространство всегда стрессирующим образом (правда, в разной степени) воздействует на организм животных и человека. Так, по-разному обустроенное пространство учебной комнаты определяет стиль и манеру общения, характер коммуникаций, и не важно, жарко в ней или холодно, а может быть душно, установлен кондиционер или нет.

Традиционная кафедра преподавателя, стоящая перед рядами студенческих парт, изначально предполагает авторитарный стиль общения. На территории, организованной подобным образом, диалог и равноправное общение представляются психологически неуместными, даже нелепыми. Однако посадите участников учебного процесса за круглый стол и в этом пространстве вы сможете использовать только активные методы обучения: дискуссии, мозговой штурм, ролевые игры, а лекции, напротив, окажутся не вписывающимися в этот стиль.

Действительно, во многих случаях геометрическая структура пространства в большей степени воздействует на психо-эмоциональное состояние человека, нежели температура, влажность воздуха, его газовый состав и проч., причем воздействует не через изменение этих факторов, а непосредственно, напрямую. Ни одна барокамера не способна воссоздать колоссального эстетического (и даже физиологического) воздействия горного пейзажа на человека. Почему «лучше гор могут быть только горы ...»? Ведь совсем не потому, что в горах воздух становится разреженным, а коротковолновая радиация усиливается.

Для иллюстрации непосредственного воздействия пространственных факторов на организмы хотелось бы привести два чисто экологических примера. Один из них использовал блестящий лектор и тонкий наблюдатель природы Ю.А. Львов в курсе биогеоценологии, читаемом им в 80-е гг. в Томском университете.

На просеках линий электропередач (ЛЭП-500, ЛЭП-1500), проходящих по лесным массивам, древостой вырубается, как говорится, «под чистую», устроители просек стараются не оставлять даже подроста деревьев, представляющего в перспективе угрозу для возникновения аварийных ситуаций. После чего в таежной зоне обычно происходит залужение просек. Казалось бы, такие открытые пространства представляют прекрасные места для гнездования птиц-хортобионтов, обитателей травяно-кустарничкового горизонта. Однако на деле, к удивлению орнитологов, массового заселения просек птицами не происходило. Загадка разрешилась неожиданно, когда случайно заметили, что вблизи деревянных вешек, оставленных после нивелировки, птицы все же поселяются. Оказалось, что самцам птиц нужны присады, выступающие над общим уровнем травостоя, для осмотра и удержания гнездовой территории. При этом в качестве присады в естественных условиях служат подрост деревьев и высокие кусты, уничтожаемые на

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

просеках. Поэтому, расставив на просеках вешки, можно заметно обогатить состав птичьего населения. Что это, как не реакция птиц на «архитектурные» особенности пространства.

Еще одно наблюдение сделал автор совместно с зоологом В.Н. Романенко, работая на подобных же просеках ЛЭП-500 в окрестностях с. Ломачевка Кемеровской области в 1984 г. Изучалось биотопическое распределение пауков-крестовиков. Анализ собранных данных показал, что пауки не реагируют на многие экологические свойства биотопа: они могут, например, с одинаковой плотностью заселять и суходольные луга, и травяные болота. Мы долго ломали голову: почему в одних случаях пауков много, а в других мало при, казалось бы, совершенно одинаковых условиях. Объяснение пришло случайно и оказалось на удивление очевидным. Паукам необходимо то, что мы назвали «антеннами» – разрозненные генеративные побеги трав или ветви кустарников, находящиеся на достаточном удалении друг от друга и возвышающиеся над общим фоном травянистой растительности. Между такими антеннами пауки могут плести свои ловчие сети. Если подобный горизонт в биотопе не выражен, то и численность пауков в нем будет незначительной. Как здесь не вспомнить слова В.И. Вернадского (1988) о том, что геометрические пространственные правильности в природных телах более глубоки, чем даже физические и химические явления, в которых они проявляются.

Завершая рассмотрение этого вопроса, еще раз хочется отметить, что пространство сообщества (ландшафта), его геометрические особенности оказывают заметное влияние на характер жизнедеятельности живых существ, его населяющих, а во многом определяют и условия их существования.

Если говорить о влиянии человека на природные системы, то оно во всей полноте также проявляется на ландшафтном уровне. Не удивительно поэтому, что все процедуры управленческого характера в области природопользования, такие как экологический мониторинг, индикация состояния окружающей среды, экологическая оценка, экологическая экспертиза и пр., проводятся именно на ландшафтном уровне. Все это ярко и без долгих объяснений демонстрирует исключительную практическую значимость ландшафтно-экологического направления. В Европе ландшафтная экология уже давно является основой землепользования и принятия управленческих решений. В Чехословакии, например, ландшафтный уровень исследований является базой для определения оптимального режима использования земель (Ruzicka et al., 1988).

В наши дни главный импульс для своего развития ландшафтная экология получила из трех независимых источников. Первый – охрана природы, экологический менеджмент и землепользование – определил необходимость формулирования теории и развития методологии для круга практических вопросов и проблем управленческого характера, которые могут быть решены только на ландшафтном уровне. Второй – быстрое развитие графических компьютерных технологий и их объединение с географическими информационными системами (ГИС), обеспечил мощный инструмент для анализа информации на ландшафтном уровне. Третий – стремительное развитие дистанционных (в первую очередь космических) методов изучения и оценки территорий. В этих областях ландшафтная экология имеет значительные возможности и еще большие перспективы (Environmental Systems, 1996).

Дистанционные методы изучения территории являются важным инструментом наблюдения и измерения при анализе ландшафтно-экологических взаимоотношений. Они позволяют собирать данные о различных ландшафтных характеристиках и взаимодействиях без «вторжения» в окружающую среду. Можно также отметить, что мультиспектральные, мультивременные и мультимасштабные свойства ландшафтов, изучаемых с помощью дистанционных методов, дают возможность рассмотреть ряд биофизических компонентов и свойств земной поверхности, которые ранее были недоступны для наблюдения. Идентификация и измерение переменных свойств ландшафта с помощью дистанционных методов включают ряд техник интерпретации, начиная от простой фотоинтерпретации и заканчивая продвинутыми алгоритмами электронной обработки имиджей. Однако надо иметь в виду, что факторы пространства, времени и масштаба оказываются решающими при использовании всех этих техник (Quatrochi, Pelletier, 1991).

Одно из величайших преимуществ, которые дает применение дистанционных методов в ландшафтной экологии, заключается в возможности измерить состояние и динамику различных экологических свойств и процессов, определяющих эти свойства (Botkin et al., 1984). Так, благодаря использованию мультиспектральных техник съемки и зондирования, дистанционные методы предоставляют уникальные возможности для наблюдения и измерения биотических характеристик ландшафта (Colwell, 1983). Кроме того, дистанционные методы могут использоваться как важный источник данных при построении и усовершенствовании моделей, предсказывающих изменения ландшафтов (Quatrochi, Pelletier, 1991). Именно дистанционные методы наводят мост через пропасть, разделяющую интенсивные научные экологические исследования и хорошее планирование и управление ландшафтами (Jonson, 1969). Они дают три крупные возможности экологическим исследованиям: 1) в силу больших расстояний между сенсором и объектом предотвращается произвольное вмешательство наблюдателя; 2) измерения регионального и даже глобального масштабов могут быть проведены повторно и 3) существует большое разнообразие спектральных областей и сенсоров, способных обеспечить сбор дистанционных данных для решения круга разнообразных проблем (Lulla and Mausel, 1983).

Четыре типа экологических исследований могут в полной мере опираться на дистанционные методы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(Jonson, 1969): 1) инвентаризация и картографирование ресурсов; 2) определение количественных значений ландшафтных характеристик; 3) описание потоков вещества и энергии в экосистемах; 4) оценка изменений и альтернативных решений при управлении экосистемами. Кватроччи и Пеллитьер (Quatrochi, Pelletier, 1991) свели в таблицу ряд экологических понятий, концепций и проблем, которые могут быть решены с помощью дистанционных методов (таблица).

Экологические понятия и соответствующие им дистанционные методы (Quatrochi, Pelletier, 1991)

Экологические понятия	Используемые дистанционные методы
1. Виды, популяции и сообщества, уникально организованные и упорядоченные в соответствии с требованиями экологических ниш, которые они занимают (за исключением агроэкосистем)	1. Спектральные свойства образцов отражают (представляют) организацию данного сообщества/популяции/вида, что обеспечивает информацию по идентификации, картированию и дифференциации территории
2. Экологическое разнообразие факторов местообитаний, детерминирующих требования отпрысков, проростков и зрелых индивидуумов, составляющих растительный покров	2. Вариации в спектральных характеристиках образцов, отражающих различные фенологические стадии растительности на одном и том же пробном участке, полезны для дистанционных фенологических наблюдений
3. Биомасса и появление растений в каком-либо местообитании изменяются под воздействием нескольких факторов, классифицируемых с помощью понятий «стресс» и «нарушение»	3. Вариации в спектральных характеристиках образцов, возникающие под воздействием стрессов или благодаря нарушениям и беспокойству, имеют ценность для измерения напряженности этих показателей
4. Воздействия стресса и фактора беспокойства согласно напряженности	4. Дистанционные данные могут использоваться для оценки гибельных значений стресса, что жизненно важно для принятия экономико-управленческих решений
5. Экологические амплитуды организмов определяются законом толерантности. Он имеет практическое значение. Организмы, способные реагировать на содержание минеральных ресурсов местообитания, становятся «индикаторными видами» или «индикаторными группировками растительности»	5. Различные спектральные отражения от индикаторной растительности имеют значения для дистанционного определения локализации минеральных ресурсов
6. Нарушения (такие как вырубка), приводящие к сукцессионным или циклическим изменениям местообитаний	6. Сравнительный анализ разновременных спектральных характеристик полезен для изменения деятельности по определению и мониторингу состояния окружающей среды
7. Доминирование в местообитании есть процесс, под влиянием которого ресурсы конкретного местообитания монополизируются одним видом или небольшой группой видов	7. Обычно доминантные виды вносят основной вклад в формирование спектральных свойств исследуемых участков, что делает возможным оценивать такие важные экологические параметры, как биомасса и первичная продуктивность
8. Растительность любой территории является функцией физических и почвенных факторов окружающей среды и генетического потенциала видов, поэтому произрастает в определенных местообитаниях, а каждое местообитание имеет определенную емкость среды. Дикие виды, извлекая энергию из растительности или биомассы, связываются, таким образом, с конкретным местообитанием	8. Дистанционные методы изучения растительности дают возможность точной оценки условий местообитаний и процессов превращения биомасс и энергии, что полезно для исследования дикой природы

Экстраполяция полученной с помощью дистанционных методов информации в рамках геоинформационных систем (ГИС) дает уникальную возможность для моделирования ландшафтных свойств и процессов (Krumell, 1986). Так, апробирование количественных моделей важных наземно-атмосферных процессов (таких как круговорот газов) и понимание роли растительности в глобальном масштабе (через показатели биомассы, первичной продуктивности и пр.) могут опираться только на использование дистанционных методов в соединении с ГИС технологиями (Quatrochi, Pelletier, 1991).

В конечном счете, некоторые исследователи предлагают выделять даже особую научную дисциплину – *геоматику*, представляющую собой сплав идей наук о земле и информатики и занимающуюся изучением и разработкой пространственных информационных систем, причем не обычных, а разумных (интеллигентных) – *intelligent spatial information systems* (Laurini, Thompson, 1996). Будущие разумные информационные системы должны включать:

1. Ориентацию на объект, т.е. возможность не только хранить данные и манипулировать ими, но и моделировать их более адекватно, включая как их поведение, так и их форму, а еще лучше охватывая семантику.

2. Гипермедия и гиперкарты, которые являются хранилищем любых типов мультимедиа пространственных знаний, а также средой для навигации в персонально-совместимом направлении через содержание информационной базы.

3. Услуги, предназначенные для логической дедукции и геометрических расчетов, дающие пользователю более мощный инструмент для более целесообразного и эффективного решения стоящих перед ним проблем.

4. Превосходные персонально-совместимые интерфейсы, позволяющие эффективное взаимодействие с компьютером.

Сегодня экологи сталкиваются с серией проблем (кислотные дожди, глобальное потепление климата, истощение озонового слоя и пр.), которые требуют ландшафтно-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

го, трансконтинентального и даже глобального уровня обработки информации и оценки как кратковременных, так и долговременных их последствий. Сама природа этих проблем продиктовала новые требования к пониманию взаимообусловленности пространственной гетерогенности территорий и экологических процессов, на них протекающих, а также к формированию широкомасштабных прогнозов. Этот вызов стимулировал необходимость разработки новых количественных методов обработки экологических данных, дающих возможность проводить их анализ не в каком-то одном пространственном или временном масштабе, как было раньше, а в многомерных сопряженных пространственно-временных масштабах. Подобные методы анализа бурно развивались на Западе в последние два десятилетия (Turner, Gardner, 1991).

Недавнее теоретическое развитие ландшафтной экологии, сделавшее акцент на изучение взаимосвязи между пространственными рисунками территорий и процессами, на них протекающими, дало специалистам возможность экстраполировать информацию через масштабы. Новые проникновения в экологическую динамику привели к появлению гипотез, которые могут использоваться для изучения разнообразных систем, причем в различных масштабах. Некоторые исследователи предполагают, что ландшафт имеет критический порог устойчивости, при достижении которого экологические процессы могут проявлять драматические количественные изменения (Gardner, Krummel et al., 1987; O'Neill et al., 1988; Turner et al., 1989a; Gosz and Sharpe 1989; Rosen 1989). Например, количество или длина опушек при изменениях ландшафта быстро достигают критического порога, и эти изменения могут оказывать серьезное воздействие на устойчивость видов (Gardner et al., 1987). Фрагментарность местообитания может увеличиваться с незначительным воздействием на популяцию до тех пор, пока критические значения коридоров связей не будут разрушены; затем даже незначительное изменение, близкое к критическому порогу, может иметь драматические последствия для устойчивости популяций. Подобным же образом распространение фактора беспокойства в ланд-шафте может контролироваться и оцениваться по частоте беспокойства до тех пор, пока местообитание находится ниже критического порога его устойчивости, но оно должно оцениваться уже по интенсивности фактора беспокойства после достижения местообитанием критического порога. Гипотезы, рассматривающие существование и воздействие критических порогов на пространственные структуры сегодня могут использоваться для оценки разнообразия ландшафтов и протекающих в них процессов (Turner et al., 1989).

Текущие теоретические исследования также предполагают, что процессы, проявляющиеся в разных масштабах, могут отражаться различными ландшафтными индикаторами (Krummel et al., 1987). Взаимосвязи между индикаторами, природными процессами и масштабами их рассмотрения нуждаются в более серьезном изучении для того, чтобы обеспечить понимание 1) механизмов действия факторов, создающих пространственную мозаику, и 2) механизмов воздействий самих изменяющихся мозаик на экологические процессы. Широкомасштабные индикаторы ландшафтной структуры могут обеспечить достаточную метрическую основу для мониторинга региональных экологических изменений (O'Neil et al., 1988). Подобные практические разработки особенно необходимы, поскольку изменения в широкомасштабных рисунках территорий (как ответ на глобальную динамику) могут быть измерены с помощью современных дистанционных технологий, а понимание взаимодействия рисунок-процесс позволит сделать заключения и по поводу функциональных изменений ландшафтов (Turner, Gardner, 1991).

Некоторые исследователи полагают, что на уровне ландшафта может потребоваться всего несколько переменных для предсказания динамики ландшафтных рисунков (Meentemeyer, Box, 1987; Meentemeyer, 1989). К их числу можно отнести, например, такие параметры, как распространение фактора беспокойства или распределение органического вещества почвы. Наблюдения за ними могут существенно упростить процесс предсказания ландшафтной динамики в том случае, если значительное количество переменных, использующихся для описания тонко-масштабных вариаций, будут увязаны с несколькими параметрами. Однако требуется более серьезная проработка и лучшее понимание того, какие же именно параметры необходимы для описания и предсказания динамики ландшафтных рисунков в различных масштабах (Turner et al., 1989b).

Еще одним важным аспектом в развитии ландшафтной экологии на современном этапе является *моделирование*. Мы находимся на заре новой эры в области математического моделирования экологических систем. Появление суперкомпьютеров и способов параллельной обработки данных, в сочетании с возможностью легкого доступа к временным сериям дистанционных изображений, совпало с периодом зрелости экологии, и позволило нам, в конце концов, реализовывать некоторые раннее намеченные перспективы в области математического моделирования экосистем. Ключом к этому является объединение пространства и времени в модели на таком уровне разрешения, который является выразительным для мириад экосистем, с проблемами управления которыми мы сегодня сталкиваемся. Эти явно пространственные аспекты в моделировании и являются тем, что мотивирует развитие ландшафтной экологии на современном этапе (Sklar, Costanza, 1991).

Все это появилось именно в то время, когда необходимость появления инструментов, предназначенных для понимания принципов строения и функционирования экосистем и управления ими, никогда не была столь острой. Глобальные климатические изменения, кислотные дожди, токсичные отходы, повышение уровня океана и множество других важных экологических проблем сфо-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

кусировали внимание на нашу зависимость от окружающей среды и пролили свет на необходимость жить в гармонии с экологическими жизнеобеспечивающими системами (Sklar, Costanza, 1991).

Модели в экологии могут использоваться для: 1) количественного описания пространственных феноменов ландшафтного уровня; 2) предсказания эволюции ландшафтов во времени; 3) интеграции между и посреди пространственными и временными масштабами. Традиционно, большинство работ по экологическому моделированию были сфокусированы на временные изменения ландшафтов. Они привели к такому типу моделирования, при котором как отдельная точка пространства, так и сам ландшафт в целом рассматриваются как «гомогенные» структуры по положению. Другими словами, большинство моделей в экологии имело незначительную, если вообще имело, какую-либо пространственную артикуляцию (Sklar, Costanza, 1991). Однако совершенно ясно, что если пространственные характеристики будут включены в экологические модели, то они станут исключительно полезным инструментом для понимания и предсказания поведения реальных экосистем (Risser et al, 1984).

Приведенные в статье материалы, по мнению автора, убедительно показывают, что ландшафтная экология является одним из наиболее бурно развивающихся направлений современной экологии, и в ближайшие годы мы можем ожидать фундаментальных прорывов и крупных обобщений в этой области. Кроме того, ландшафтная экология, до сих пор не признаваемая многими «традиционными экологами» как особая научная дисциплина, имеющая право на существование, несомненно займет достойное место в списке экологических наук и просто вынудит экологов обращать внимание на особенности организации пространства и придавать значение пространственным факторам. Через развитие ландшафтной экологии и совершенствование методов исследования пространства с экологией произойдет примерно то же, что наблюдалось в биологии при появлении молекулярно-биологичеких технологий.

Литература

Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.
Гумилев Л.Н. География этноса в исторический период. Л.: Наука, 1990. 279 с.
Иоганзен Б.Г. Экология // Экология, биогеоценология и охрана природы. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1979. С. 5–95.
Сочава В.Б. География и экология // Проблемы физической географии и геоботаники: Избранные труды. Новосибирск: Наука, 1986. С. 28–43.
Colwell R.N. Mannual of Remote Sensing (2nd edition) // American Society for Photogrammetry and Remote Sencing. Falls Church, Va. 1983.
Botkin D.V., Esres J.E., MacDonald R.M., Wilson M.V. Studing the earth's vegetation from space // Bioscience. 1984. Vol. 34. P. 508–534.
White I.D., Mottershead D.N , Harrison S.J. Environmental Systems. London: Chapman & Hall, 1996. 616 p.
Forman R.T.T., Godron M. Landscape Ecology. New York: John Wiley and Sons, 1986.
Gardner R.H., Milne B.T., Turner M.G., O'Neill R.V. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern // Landscape Ecology. 1987. № 1. P. 19–28.
Gosz J.R., Sharpe P.J.H. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota at biome transitions // Landscape Ecology. 1989. № 3. P. 229–243.
Jonson P.L. Remote Sensing in Ecology. Athens: University of Georgia Press, 1969.
Krummel J.R. Landscape Ecology: Spatial data and analytical approaches // Coupling of Ecological Studies with Remote Sensing of the Environment. Washington: D.C.: US. Dep. of State, 1986. P. 125–132.
Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., O'Neill R.V., Coleman P.R. Landscape patterns in a disturbed environment // Oikos. 1987. Vol. 48. P. 321–324.
Laurini R., Thompson D. Fundamentals of Spatial Information Systems. Suffolk: Academic Press, 1996. 680 p.
Lulla K., Mausel P. Ecological application of remotely sensed multispectral data // Coupling of Ecological Studies with Remote Sensing of the Environment (2nd edition). Dubuque, Iowa: Kendall Hult, 1983. P. 354–377.
Meentemeyer V. Geographical perspectives of space, time, and scale // Landscape Ecology. 1989. № 3. P. 163–173.
Meentemeyer V., Box E.O. Scale effects in landscape studies // Landscape Heterogeneity and Disturbance (editor M.G. Turner). New York: Springer-Verlag, 1987. P. 15–36.
O'Neill R.V., Milne B.T., Turner M.G., Gardner R.H. Resource utilization scales and landscape pattern // Landscape Ecology. 1988. № 2. P. 63–69.
Quatrochi D.A., Pelletier R.E. Remote Sensing for Analysis of Landscapes: An Introduction // Quantitative Methods in Landscape Ecology. 1991. P. 51–76.
Rosen R. Similitude, similarity, and scaling // Landscape Ecology. 1989. № 3. P. 207–216.
Sklar F.H., Costanza R. The Development of Dynamic Spatial Models for Landscape Ecology: A Review and Prognosis // Quantitative Methods in Landscape Ecology. 1991. P. 239–288.
Turner M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process // Annual Review of Ecology and Systematics. 1989. Vol. 20. p. 171–197.
Turner M.G., Gardner R.H., Dale V.H., O'Neill R.V. Predicting the spread of disturbance across a heterogeneous landscape // Oikos. 1989a. Vol. 55. P. 121–129.
Turner M.G., Dale V.H., Gardner R.H. Predicting across scales: theory developmentand testing // Landscape Ecology. 1989b. № 3. P. 245–252.
Turner M.G., Gardner R.H. Quantitative Methods in Landscape Ecology: An Introduction // Quantitative Methods in Landscape Ecology. 1991. P. 3–14.
Risser P.G., Karr G.R., Forman R.T.T. Landscape ecology: directions and approaches // Illinois Natural History Survey. Special Pub. № 2. Champaign, 1984.
Ruzicka M., Hrnciarova T., Miklos L. Proceedings of the VIII International Symposium on Problems in Landscape Ecological Research, Vol. 1. Institute of Experimental Biology and Ecology. Bratislava: CBES SAS, 1988.
Wiens J.A. Vertebrate responses to environmental patchiness in arid and semiarid ecosystems // The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics (editors S.T.A. Pickett and P.S. White). New York: Academic Press, 1985. P. 169–193.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА НА ЗАРАСТАЮЩИХ КАРЬЕРАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Н.Г. Коронатова
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
coronat@mail.ru

Нами проводилось исследование структуры растительного вещества и динамики запасов фитомассы на зарастающих карьерах северной тайги в течение полевых сезонов 1999–2001 гг. Объектами изучения являлись выработанные и спланированные песчаные карьеры, расположенные в окрестностях г. Ноябрьска (Тюменская обл., 75°в.д., 63°с.ш.), и имеющие разный срок зарастания (1, 7, 20 лет на 1999 г.). Во время выработки карьеров почвенный покров полностью удалялся. После того как карьеры были заброшены, субстратом для зарастания стали обнажившиеся песчаные четвертичные отложения. Карьеры представляют собой небольшие понижения рельефа, и их можно рассматривать как формирующиеся катены. Элювиальная позиция катены (Эль) расположена в верхней выровненной части бортов карьеров. Транзитная позиция (Транс) занимает склон бортов карьеров и четко подразделяется по видовому составу растений и по запасу фитомассы на Транс-1 позицию в верхней части склона, Транс-2 позицию в средней части склона и Транс-3 позицию в нижней части склона. Аккумулятивная позиция (Ак) находится на дне карьеров и примыкает к небольшим озерцам, образовавшимся в результате выхода грунтовых вод.

На изучаемых карьерах определялось общее проективное покрытие (ОПП) и проективное покрытие отдельных видов растений. Надземная фитомасса собиралась с площадок площадью 0,25м² в 5-кратной повторности на каждой позиции катены. Растения разбирались по видам, высушивались и взвешивались. С этих же площадок брались почвенные монолиты объемом 1 дм³ на глубине 0–10 и 10–20 см. Корни из монолитов отмывались от грунта, высушивались, разбирались по видам и фракциям и взвешивались.

На изученных карьерах за 3 года наблюдений было выявлено 39 видов сосудистых растений, принадлежащих 16 семействам, среди них число видов деревьев составило 4 (10,3% от общего числа видов), кустарников – 4 (10,3%), кустарничков – 6 (15,4%), травянистых – 25 (64,0%). Наибольшим количеством видов представлены семейства *Poaceae* (17,9% от общего числа видов), *Ericaceae* (17,9%), *Cyperaceae* (12,8%). На зарастающих карьерах преобладают многолетники (92%); одно- и двулетники представлены тремя видами из семейств *Poaceae* и *Asteraceae*, они встретились на Ак-позиции самого молодого карьера и на позиции Транс-1 семилетнего карьера один раз за 3 года наблюдений. Чем больше время зарастания карьера, тем выше число видов растений, произрастающих на нем.

Карьер Q1 – срок зарастания в 1999 г. составил 1 год, имеет площадь около 3 км², на дне образовалось несколько луж площадью 10 м². Этот карьер в целях мелиорации был частично присыпан торфом слоем 10–40 см. Пробы растительного вещества брались на торфе и на песке. На второй год зарастания на некоторых участках песчаных бортов карьера стало заметно формирование катен, в то время как другие участки склонов были абсолютно лишены растительности. Общее проективное покрытие (ОПП) на песке в 1999 г. было не более 1%, в 2000 г. – 5–10%, в 2001 г. – 15%. Здесь в 1999 г. произрастало 2 вида растений: *Calamagrostis epigeios, Chamerion angustifolium*. На торфе, где растительность была представлена болотными травами, возобновляющимися из семян и вегетативных частей, сохранившихся в торфе, ОПП в 1999 г. было 5%, в 2000 г. – 20%, в 2001 г. оно снизилось до 10%, так как болотные травы стали исчезать из состава фитоценоза. Всего за 3 года наблюдений было отмечено 19 видов растений, из них доминировали *Calamagrostis epigeios, Chamerion angustifolium* и постоянно присутствовали *Calamagrostis lapponica, Rorippa palustris*. Малолетники появились на карьере на второй год зарастания и составили 25% от общего числа видов и 4% по своему проективному покрытию (ПП), а на третий год зарастания они уменьшили свое долевое участие до 12%.

Карьер Q7 имел срок зарастания 7 лет на 1999 г., его площадь около 1,5 км², на дне образовалось 3 озерка площадью около 2500 м² каждое. Лето 2000 г. отличалось засушливостью, и площадь водоемов уменьшилась примерно в 3 раза, а в 2001 г. их размеры восстановились до прежнего уровня. На элювиальной позиции выбранной катены растет березовый подрост численностью 9 тыс. шт/га с примесью подроста сосны и лиственницы. В травяном покрове элювиальной позиции доминируют виды *Festuca ovina* и *Arctostaphylos uva-ursi*. На Транс-1 растительность практически отсутствует, встречаются отдельные дерновины *Festuca ovina*, ОПП около 5%. На Транс-2 доминируют *Calamagrostis epigeios, Chamerion angustifolium, Festuca ovina,* ОПП составляет около 35%, причем растительность пышно разрастается в микропонижениях рельефа. На Транс-3 доминантами являются *Juncus alpinoarcticulatus, Eriophorum scheuchzeri*. На этой позиции ОПП варьировало из года в год и в 1999 г. составило 50%, в 2000 г. в связи с засушливостью сезона проективное покрытие снизилось до 15%, в 2001 г. ОПП увеличилось до 30%. Доминанты на Ак-позиции – *Eriophorum polystachyon, Equisetum fluviatile*, ОПП 75%. За все время наблюдений на Q7 зарегистрирован 21 вид сосудистых растений, из которых постоянно присутствовали *Betula*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

pendula, Pinus sylvestris, Salix caprea, Arctostaphylos uva-ursi, Calamagrostis epigeios, Chamerion angustifolium, Festuca ovina. Малолетники были отмечены лишь в 2000 г. на позиции Транс-1 и составили 33% от общего числа видов на этой позиции.

Карьер Q20 имел срок зарастания 20 лет на 1999 г., после выработки использовался в качестве городской свалки, 20 лет назад был присыпан песком слоем 40 см и заброшен. Ширина карьера 200 м, длина 1,5 км, на дне располагается длинное извитое озеро. Выделенная катена занимает ограниченный участок, на ней вейник (*Calamagrostis epigeios*) является доминантом на элювиальной позиции. Общее проективное покрытие возросло за 3 года с 30 до 90%. На Транс-1 травостой очень разрежен, доминирует *Calamagrostis epigeios*, имеется также подрост сосны, ОПП в течение 3 лет наблюдений составило 35%. Доминантом на Транс-2 является *Carex globularis*, ОПП 75%. На Транс-3 число видов резко возрастает, доминируют *Eriophorum scheuchzeri, Juncus alpinoarcticulatus, Vaccinium uliginosum*, ОПП 65%. На Ак-позиции доминирует *Carex rostrata*, ОПП 75%. Общее число видов на карьере составило 25 с постоянным присутствием *Betula nana, B. pendula, Pinus sylvestris, Salix caprea, Ledum palustris, Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, Empetrum nigrum, Eriophorum scheuchzeri, Juncus alpinoarcticulatus, Carex globularis, Calamagrostis epigeios, Chamerion angustifolium.* На этом карьере присутствие малолетников отмечено не было.

Рудеральные виды доминируют на самом молодом карьере (табл. 1), их долевое участие составило 60% и снизилось в 2001 г. до 40%. На Q7 доля рудералов не превышает 20% и на Q20 составляет менее 10%. На Q7 и Q20 рудеральные виды представлены на Эль- и Транс-позициях катен. Болотные и лугово-болотные виды отсутствуют на Эль-позициях, и их доля возрастает как вниз по катене, так и с возрастом карьера. На Q20 эти виды начинают доминировать уже на Транс-2 позиции катены. Лесо-луговые и луговые виды в наибольшей степени представлены на Q7, они снижают свое участие вниз по катене и отсутствуют на Ак-позиции. Доля лесных видов низка на всех карьерах. Если не говорить об элювиальной позиции Q7, где происходит типичное лесное зарастание, то больше всего лесных видов отмечено на транзитных позициях этого же карьера (до 15%). Лугово-степные виды были хорошо представлены на Q1 и в течение 3 лет зарастания уменьшили свое долевое участие. На Q7 их доля невелика и возрастает на транзитной позиции до 25%. На Эль-позиции Q20 доля лугово-степных доходит почти до 90%, здесь формируется луговое сообщество.

Гигрофиты встречаются на Транс-3 и Ак-позициях, мезогигрофиты поднимаются выше, до Транс-2 и даже до Транс-1 позиции катены на Q20 в 2001 г., что, возможно, связано с более влажным летом, чем в предыдущий год. Мезофиты являются преобладающей экологической группой на транзитных позициях, их доля составляет около половины. Ксеромезофиты доминируют на элювиальных позициях, их доля на данной позиции Q7 – 50%, на Q20 она увеличивалась из года в год с 65 до 90%.

Длиннокорневищные травы преобладают над другими жизненными формами. Короткокорневищные виды встречаются на Транс-3 и Ак-позициях, а также на торфе Q1. Растения с плотными дерновинами отсутствовали на Q20. Доля стержнекорневых, представленных в основном древесными растениями, была наибольшей на Эль- и Транс-1 позициях и уменьшилась вниз по склону.

Для сравнения флористического состава разных карьеров и разных позиций катен был использован коэффициент сходства Ks (коэффициент Серенсена-Чекановского). Сходство по видовому составу на одной и той же позиции одного карьера в разные годы высоко на всех катенах карьеров, Ks=0,7, за исключением Транс-3 позиции на Q7 в 2000 г., где Ks=0,2 в связи с выпадением из фитоценоза многих видов растений из-за погодных условий года. Если сравнивать последовательно между собой разные позиции катены одного карьера, то оказывается, что наименьшее сходство наблюдается с Эль-позицией и равно 0,3 на всех карьерах. Вниз по катене Ks возрастает до 0,7–0,8 на всех карьерах. На самом молодом карьере сходство между флористическим составом на торфе и на песке в 1999 г., а также сходство между Транс-3 и Ак-позицией в 2001 г. было равно 0, что связано с разными субстратами зарастания и с молодостью формирующейся катены. Сходство между одними и теми же позициями катен разных карьеров весьма низко и имеет наибольшую величину для Эль- и Транс-

Таблица 1

Изменение долевого участия видов (в %) разных фитоценотических групп на карьерах

Фитоценотические группы	Q1		Q7			Q20		
	Транс 2	Ак	Эль	Транс 2	Ак	Эль	Транс 2	Ак
Лугово-степные	40 9	5 0	7 10	24 25	–	82 89	7 0	–
Лесо-луговые, луговые	0 65	0 25	69 63	22 16	0 2	–	2 2	1 1
Лесные	–	–	7 7	15 16	–	–	10 5	9 8
Лугово-болотные, болотные	0 4	36 65	7 5	2 13	100 98	–	92 81	90 91
Рудеральные, залежные	60 22	59 10	10 15	37 30	–	18 11	0 1	–

Примечание. В числителе – данные для 2000 г., в знаменателе – для 2001 г.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

2 позиций: 0,4–0,6, меньше для Ак-позиции: 0,3–0,4 и минимальную для Транс-1 и Транс-3 позиций. В целом сходство между позициями катен более старых карьеров выше, чем сходство с самым молодым карьером.

Запасы фитомассы на Q7 и Q20 уменьшились в 2000 г. в связи с засушливостью летнего сезона и несколько возросли в 2001 г. (табл. 2). Значительное снижение фитомассы на Транс-3 позиции на Q7 и на Q20 в 2000 г. объясняется тем, что влаголюбивые виды на этой позиции в наибольшей степени пострадали в результате засушливости года. Запасы фитомассы на Q1 увеличивались из года в год, так как этот карьер еще мало подвержен влиянию климатических факторов. Параллельно на Q1 шло формирование катены, и через 3 года зарастания уже четко выделяются основные позиции. Похоже, что на первом этапе зарастания молодого карьера весь песчаный склон представлял собой Транс-1 позицию, которая постепенно оттесняется в верхнюю часть склона. Уменьшение запаса фитомассы на Ак-позиции этого карьера в 2001 г. связано с выпадением из состава сообщества 4 видов растений и уменьшением ОПП с 20 до 10%.

Вероятнее всего, это связано с наличием в грунте большого количества элементов минерального питания растений, поступающих из так называемого культурного слоя. При этом длиннокорневищные злаки, обладая высокой скоростью роста, захватывают свободную площадь и подавляют рост древесных растений. Наиболее стабильными являются Эль-, Транс-2 и Ак-позиции катен, о чем можно судить по динамике видового состава и запасам фитомассы в течение 3 лет наблюдений, а также по значениям коэффициента сходства. Наименее устойчивы Транс-1 и Транс-3 позиции катен, на которых наблюдались наименьшие запасы фитомассы и наибольшие флуктуации из года в год различных параметров в зависимости от погодных условий.

Несмотря на то что карьеры с травяным типом зарастания проявляют черты сходства в распределении запасов фитомассы и флористическом составе, каждый карьер обладает также индивидуальными особенностями в характере зарастания. Так, на элювиальной позиции Q20 сформировался мезофитный луг, в то время как на той же позиции Q7 зарастание происходит по лесному типу, что в ходе сукцессии должно привести к формированию климаксового таежного сообщества. На транзитных позициях Q7 наблюдается большое количество проростков деревьев, в то время как на Q20 здесь больше болотной и лугово-болотной растительности. Можно предположить, что в ходе сукцессии в первом случае сформируется лесное сообщество, а во втором случае – болотное. Судить о судьбе самого молодого карьера еще нет возможности, так как изменчивость флористического состава в течение 3 лет здесь была значительная, и представить ход первичной сукцессии сложно. Индивидуальные особенности характера зарастания зависят от многих факторов: от доступности элементов минерального питания растений (она высока на 20-летнем карьере), от гранулометрического состава пород (содержание физической глины выше на 7-летнем карьере), от глубины залегания грунтовых вод (на 1-летнем карьере нет водоемов, за исключением 2–3 маленьких луж) и других факторов.

Таблица 2

Динамика запасов надземной и подземной фитомассы в слое 0–20 см на карьерах во второй половине июля (г/м²)

Компонент	Q1				Q7				Q20				
	Торф	Тр1	Тр2	Ак	Эль	Тр2	Тр3	Ак	Эль	Тр1	Тр2	Тр3	Ак
							1999 г.						
Надз.ФМ	Не		7		Не	127	179	Не	849	218	Не	177	Не
Подз.ФМ	опр.		50		опр.	651	454	опр.	1703	927	опр.	1593	опр.
Вся ФМ			57			778	633		2552	1145		1770	
							2000 г.						
Надз.ФМ	54		24	22	376	300	38	148	1332	47	217	129	270
Подз.ФМ	Не		48	162	Не	224	68	341	484	271	1239	437	518
Вся ФМ	опр.		72	184	опр.	524	106	489	1816	318	1456	566	788
							2001 г.						
Надз.ФМ	29	23	107	10	598	282	19	195	874	29	399	68	183
Подз.ФМ	Не	35	150	78	Не	129	101	428			Не		
Вся ФМ	опр.	58	257	88	опр.	411	120	623			опр.		

Примечание. Данные для подземных органов на элювиальной позиции Q20 в 2000 г. приведены для конца августа. На Транс-3 позиции Q1 и Транс-1 позиции Q7 растительный покров практически отсутствовал и запасы фитомассы были незначительны. Надз.ФМ и подз.ФМ – надземная и подземная фитомассы соответственно.

Вниз по катене наблюдается снижение запасов, которые снова возрастают на Ак-позиции. Наименьшие значения запасов приходятся на наиболее уязвимые Транс1- и Транс-3 позиции.

Таким образом, растительность на катенах зарастающих карьеров северной тайги распределяется в соответствии с градиентом влажности и флуктуирует в зависимости от погодных условий года. В понижениях вокруг водоемов на карьерах формируются сообщества болотных растений с высоким запасом фитомассы, здесь сукцессия может в итоге привести к образованию болотных экосистем. На возвышенных участках Q7 наблюдается значительное число древесного подроста, и здесь с течением времени должно сформироваться лесное сообщество. Исключением является элювиальная позиция на Q20, где увеличивается ксерофитизация растительности и формируется мезофитное луговое сообщество, хотя в подзоне северной тайги отсутствуют природные мезофитные луга. Ве-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ОТРАЖЕНИЕ НА СРЕДНЕМАСШТАБНОЙ КАРТЕ

Е.И. Лапшина, В.И. Валуцкий
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск
root@botgard.nsk.su

Карта «Растительность Новосибирской области» масштаба 1:500000 подводит итоги исследований сложного растительного покрова региона, проводившихся после выхода в свет «Карты растительности юго-востока Западной Сибири» (Карта растительности..., 1963). Она составлена на основе наземных геоботанических исследований, аэрокосмической информации – фотопланов (трансформированных космоснимков) в масштабе карты, дешифрированных аэро- и космоснимков разных масштабов на ключевые участки и других картографических источников.

Масштаб карты и специфичность рисунков фотоизображений основных типов ландшафта дали возможность отразить структуру растительного покрова, обусловленную геолого-геоморфологическими особенностями территории. Выделились структуры растительного покрова аллювиальных слабодренированных равнин с гривным и озерно-котловинным рельефом, пластовых равнин (в том числе Васюганского плато) с заболоченными междуречьями, современных речных долин и древних лощин стока, а также повышенных предгорных равнин (Приобского плато и Присалаирской равнины) и низкогорий Салаирского кряжа (Рельеф Западно-Сибирской равнины, 1988).

Региональные отличия растительности равнин особенно четко выражены в пределах лесостепной и степной подзон. Для всей полосы лесостепи и степи аллювиальных равнин характерна гетерогенная растительность, обусловленная различиями в характере увлажнения и засоления почвенного покрова, процессами засоления и рассоления почв.

Растительность лесной зоны в пределах слабодренированных равнин, усложненных эрозионно-ложбинным и западинным рельефами, также имеет свои особенности: неоднородность и мелкоконтурность, что в среднем масштабе возможно показать лишь путем применения различных мезокомбинаций. По характеру рисунка и фототона на космоснимках выделяются отчетливо два типа депрессионно-пятнистых сочетаний на светлом и темном зернистом фоне. Им соответствуют наиболее типичные комбинации, представляющие сочетания гомогенных лесных сообществ с лесами повышенного увлажнения или болотами, занимающих множество неглубоких западин, и сочетания производной растительности (луга, кустарники, поросль древесных пород) с посевами сельскохозяйственных культур и заболоченным лесом в западинах.

Полученные сведения о структуре растительного покрова территории области позволили составить новую картографическую композицию, дающую более детальную информацию о состоянии современного растительного покрова территории этого региона.

Легенда карты построена на эколого-фитоценотических принципах и содержит 57 номеров картируемых единиц растительности, а с учетом буквенных индексов – 61, объединяющих 137 фитоценотических единиц разного таксономического ранга (от групп ассоциаций до групп формаций). Гомогенная растительность имеет ограниченное распространение и отражена на карте типологическими единицами (в ранге групп ассоциаций) или совокупностью экологически связанных ассоциаций. Для преобладающего гетерогенного растительного покрова используется система хорологических единиц: типы сочетаний, микропоясные экологические ряды (долин рек, приозерных и болотных котловин), комплексы фрагментов ассоциаций.

Анализ легенды карты позволяет установить фитоценотическое разнообразие естественного растительного покрова региона и степень его нарушенности. Состав растительного покрова (без учета растительности речных долин) с показом типов сообществ и распределения их по подзонам представлен в таблице.

Состав растительного покрова по анализу легенды

Типы сообществ	Количество номеров легенды / количество фитоценотических единиц					
	Южная тайга	Подтайга	Лесостепь	Степь	Низкогорья Салаира	Итого
Коренные	2/6	3/8	1/2	1/4	2/4	9/24
Сельскохозяйственные земли на месте коренных сообществ	1/–	1/–	2/–	2/–	1/–	7/–
Производные	3/3	2/7	4/9	2/5	2/6	13/30
Квазикоренные:						
гидроморфные	7/17	7/13	3/6	1/4	–	18/40
галоморфные	–	–	5/21	3/7	–	8/28
Всего по подзонам	13/26	13/28	15/38	9/20	5/10	55/122

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Растительность речных долин показана шестью номерами легенды, охватывающими 15 фитоценотических единиц.

Из 55 подразделений естественной растительности 13 (23,6%) представляют объединения вторичных сообществ (производных лесных, деградированных луговых и степных) – показателей антропогенной нарушенности естественного растительного покрова.

Наибольшее фитоценотическое разнообразие выявилось в составе растительного покрова подтаежной подзоны (мелколиственных лесов) и лесостепной в пределах слабодренированных аллювиальных равнин, что объясняется общей гетерогенностью растительности, характерной для этих равнин.

Наиболее существенные отличия, нашедшие отражение на новой карте по ее содержанию, следующие. Более полно выражена концепция неоднородности сложения растительного покрова, связанной с разной степенью гидроморфности и засоленности почв.

В пределах подзональных подразделений выявлены разные типы болотных массивов и участков болотной растительности, представленные 13 номерами легенды. Уточнены размещение и границы сложных комплексов растительности в пределах водораздельного Большого Васюганского болота, общая картина распределения которых определяется направлениями основных поверхностных и внутризалежных водных потоков и различиями в степени минерализации их вод. В центральных частях этой болотной системы и по южным пологим склонам основного водораздела выявлена и зафиксирована на карте сложная картина растительного покрова: чередование участков «ровных» некомплексных и комплексных (веретьево-топяных) евтрофных осоково-гипновых болот с полосами и островами выпуклых олиготрофных сосново-кустарничково-сфагновых и безлесных мезотрофных травяно-сфагновых болот (топей), местами с участием акваторий озер с поясами прибрежной растительности. На среднемасштабной карте удалось показать в общем виде основную и существенную особенность Большого Васюганского болота – разнотипность болотного растительного покрова.

Более детально разделены структуры верховых болотных систем Омь-Тарского междуречья, выделены новые типы болотных массивов в лесной зоне на террасах р. Оби на правобережье. В подзоне лесостепи уточнено распространение верховых болотных массивов (рямов) и низинных травяных болот (займищ), занимающих значительно большие площади, чем отмечалось прежде.

Гетерогенная растительность, обусловленная неоднородностью засоления и солонцеватостью почв, также получила более полное выражение: выделено 12 номеров легенды различных категорий фитоценохор. Дана подзональная дифференциация галофильной растительности солончаковых депрессий, характерных для лесостепи и настоящих степей. Выделены микроструктуры в котловинах пресных и минерализованных озер. Сочетанием луговых сообществ галофильной экологии и травяных болот показана растительность высоких террас озерных котловин и подножий грив.

На рассматриваемой карте введен показ структуры растительного покрова возвышенных равнин с долинно-овражно-балочным расчленением. Для подтайги – сочетания лесных и луговых сообществ склонов, для лесостепи – лесных, луговых и остепненных. Специфика долинной растительности показана в 6 номерах легенды. Отражены особенности пойменной растительности Оби и Оми, долинной – малых рек в лесной зоне и лесостепи.

С большой объективностью отражена на карте антропогенная нарушенность растительного покрова в результате распашки, вырубок леса, промышленных разработок. В лесной зоне основные площади занимают производные лесные сообщества восстановительного ряда – показатели нарушенности коренных сообществ (пожары, вырубки) с измененной эдификаторной синузией древостоев и напочвенного покрова. Очаговое пастбищное использование лесной растительности отражено в легенде лесами с частичной нарушенностью структуры древостоев (разреженностью) и заменой доминирующих лесных видов травяного покрова на луговые пастбищеустойчивые. Полное уничтожение лесной растительности отражают площади сельскохозяйственного использования – луга и пашни.

В степной зоне степень выраженности процессов деградации растительности проявляется наиболее отчетливо. Растительность всех выделов легенды подвержена пастбищной дигрессии и представляет II и III стадии деградации. Для последней стадии пастбищной дигрессии характерны выделы вторичных мелкодерновинных солонцеватых степей и вторичных галофитных сообществ – для луговой растительности, что отражено в легенде четырьмя номерами.

Уничтоженная естественная растительность в результате распашки показана в легенде сельскохозяйственными землями, дифференцированными соответственно коренной растительности (7 номеров). Согласно критериям, предложенным для всей степной зоны и подтвержденным нашей картой, вся подзона лесостепи региона отнесена к «районам повышенной экологической опасности степных экосистем» (Ершова, Лапшина, 1994). На основании новой карты растительности составлены картосхемы эколого-геоботанического районирования и нарушенности растительного покрова.

Литература

Карта растительности юго-востока Западной Сибири. Масштаб 1:1000000 / Автор Е.И. Лапшина; Под ред. В.Б. Сочавы, А.В. Куминовой. ГУГК Гос. геологического комитета СССР. М., 1963.

Рельеф Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. 192 с.

Ершова Э.А., Лапшина Е.И. Трансформация степной растительности Сибири // Сибирский экологический журнал. 1994. Т. 1. № 5. С. 393–401.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОТВАЛАХ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЯКУТИИ

С.И. Миронова, Н.Ф. Васильев
Институт прикладной экологии Севера АН РС (Я), г. Якутск
s.i.mironova@ipes.ysn.ru

Алмазы в Якутии добываются в бассейнах рек Вилюй и Анабар.

Объектами наших исследований были нарушенные участки алмазных карьеров (трубок) «Мир», «Айхал», «Удачный», рудников «Интернациональный», «Им. XX Партсъезда», а также дражные полигоны по долинам рек Ирелях, Сытыкан, Далдын. Отвалы находятся на селитебной территории городов Мирный и Удачный, п. Айхал.

Добыча алмазов открытым способом негативно влияет на природную среду региона, в том числе и на растительность. При этом образуются техногенные ландшафты различных форм (карьеры, котловины, канавы, отвалы, плотины, дамбы, валы и пр.). Прежде всего, уничтожается лесная и пойменная растительность, так как добыча алмазов ведется на поймах и долинах больших и малых притоков рек.

Алмазы добываются из месторождений двух типов: коренных залеганий (трубок) на водоразделах и реже из россыпей по долинам рек.

Пустые (без содержания алмазов) материнские породы из карьеров и рудников (глубина которых достигает до 400 м) отсыпаются на очищенных от почвенно-растительного покрова водораздельных участках недалеко от месторождений. Отвалы – «лунные ландшафты» – представляют собой очень крутой и высокий (до 40–100 м) холмистый с платообразными вершинами рельеф. Характеризуются они большой неоднородностью состава и размера отсыпных пород. Коренные породы представлены мезозойскими и палеозойскими алевролитами и песчаниками с прослоями конгломератов с примесью глин и суглинков со значительным содержанием пирита.

Поверхность отвалов сильно уплотнена бульдозерами, что делает ее совершенно непроницаемой для корней растений. И только там, где в процессе отсыпки или выветривания образуются прослои более мелкой фракции, способные удерживать воду, к 5–10 годам появляются редкие виды трав.

Вскрышные и вмещающие породы имеют кислую реакцию среды (pH до 2) и засоление сульфатного типа (Лебедева, Лонкунова, 1990). Обеспеченность доступными формами фосфора и калия варьирует от низкой до высокой, а азотом – очень низкая. Возраст самых старых отвалов не превышает 20–30 лет.

Естественная растительность представлена лиственничной тайгой с фрагментами пойменной растительности из ивняков и осоково-вейниковых кочкарников.

На исследованной территории нарушение не привело к образованию совершенно новых типов синантропной растительности, она была представлена лишь серийными сообществами из видового пула естественной растительности. Это дало возможность спрогнозировать восстановительный процесс и построить техногенные сукцессионные системы (ТСС).

К сукцессионной системе (СС) относятся все серийные и климаксовые сообщества одного природного региона. И.Б. Кучеров (1995) для отражения всего многообразия антропогенных изменений удачно использовал понятие «сукцессионные системы», которое было предложено С.М. Разумовским (1981). Однако И.Б. Кучеров в представлениях о сукцессионной системе придерживался более реалистической концепции поликлимакса А. Тенсли, допускающей существование в одном районе нескольких терминальных сообществ.

Мы полагаем, что в районах интенсивных техногенных нарушений к понятию СС целесообразно добавить эпитет «техногенная», т.к. естественные сукцессии, протекающие в этих районах, буквально тонут в антропогенных влияниях. Поэтому в нашей работе использовано понятие *техногенной сукцессионной системы (ТСС)* как совокупности серийных сообществ, формирующейся в пределах природно-техногенного ландшафта, т.е. как части общей сукцессионной системы.

По характеру субстрата (отвалы пустых пород карьеров и рудников и грубообломочных материнских пород и дражные отвалы из осадочных пород более мелкого состава) и по уровню отвалов (верхний и нижний) они условно разделены на подсистемы.

Несмотря на существующие публикации (Whittaker, 1975; Биологическое разнообразие..., 1992; 1995; и др.), количественные подходы к характеристике биоразнообразия развиты еще недостаточно.

При анализе структуры сукцессионной системы мы использовали показатель бета-разнообразия (разнообразия сообществ), предложенный Р. Уиттекером. Он оценивается количественно – по числу полусмен (half change, HC, см.: Миркин и др., 1989) видового состава на ординационной оси или качественно – по числу синтаксонов. Последний метод считается более простым и универсальным. При оценке числа полусмен выявляется разнообразие растительности только по одной оси, а при синтаксономической оценке – всего экологического гиперпространства. Кроме того, между начальными и конечными стадиями сукцессии обнаруживается большое сходство и потому бета-разнообразие, выраженное в полусменах, составляет 0.7–0.8.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Нами бета-разнообразие оценивалось по количеству низших единиц, т.е. сообществ или вариантов ассоциаций. Если внутри ассоциации или субассоциации варианты не выделялись, то за низшие единицы принимались субассоциации или ассоциации.

Результаты исследований

В таблице приведены результаты анализа бета-разнообразия для верхнего уровня карьерных отвалов.

На карьерных отвалах заселение видов безранговых сообществ начинается после 10 лет, т.е. во II стадии. Процесс самозарастания особенно замедляется на сильно уплотненных бульдозерами поверхностях. Сначала появляются дериватные сообщества *Artemisietea jacuticae*. Через 5–10 лет они вытесняются сообществами *Chamerio-Hordeetum, Puccinellio-Hordeetum*, а на богатых мелкоземом отвалах вскрышных пород – базальным сообществом *Rubus sachalinensis + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*]. На III стадии сукцессии (10–15 лет) вышеуказанные сообщества становятся преобладающими, а сообщества класса *Artemisietea jacuticae* постепенно вытесняются и исчезают. На более уплотненных и засоленных участках появляются сообщества варианта *Chenopodium album* ассоциаций *Chamerio-Hordeetum, Puccinellio-Hordeetum*, которые полностью завоевывают техногенные ландшафты на IV–V стадиях сукцессии.

На менее уплотненных и засоленных участках и на склонах вскрыши произрастают сообщества варианта *Elymus kronokensis* ассоциации *Puccinellio-Hordeetum*. Дериватные сообщества *Salix viminalis + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*] и *Betula fruticosa + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*] заметно появляются только к IV–V стадиям сукцессии (к 15–20 годам) и то на богатых мелкоземом и вскрышными породами субстратах. Количество сообществ (бета-разнообразие) на ТСС ЗВП доходит до 6 на II–III стадиях сукцессии и до 9 на V стадии сукцессии.

На нижних уровнях карьерных отвалов сукцессионный процесс протекает быстрее, чем на верхних уровнях в зависимости от степени и скорости накопления мелкозема и осадков. Здесь в субстрате преобладают пустые материнские породы крупных размеров и невелика степень приживаемости попавших извне семян растений. Количество сообществ на данных отвалах меньше, чем на верхнем уровне, и постепенно растет от 4 до 6–7 по стадиям сукцессии.

Благодаря более благоприятным природным условиям, чем на отвалах карьеров, сукцессия на верхних уровнях дражных отвалов россыпных месторождений алма-

Изменение бета-разнообразия ТСС на верхнем уровне карьерных отвалов

Синтаксоны	Классы возраста, годы				
	I	II	III	IV	V
Д.с. Chenopodium album +Artemisia jacutica [Artemisietea]		++			
Д.с. Polygonum aviculare + Artemisia		++			
Д.с. Hordeum jubatum +Artemisia jacutica		++			
Chamerio-Hordeetum jubati v.Chenopodium album		++	+++	++	+
Д.с. Rubus sachalinensis + Chamerion angust. [Epilobietea]		+	++	++	+
Puccinellio-Hordeetum typicum v.Chenopodium album		+	++	++	+
Chamerio-Hordeetum jubati typicum v.Artemisia mongolica.			+	++	++
Chamerio-Hordeetum jubati typicum			+	+	++
Puccinellio-Hordeetum jubati typicum			+	+	+++
Puccinellio-Hordeetum typicum v. Elymus kronokensis				+	++
Д.с. Salix viminalis + Chamerion angustifolium [Epilobietea]				+	++
Д.с. Betula fruticosa + Chamerion angustifolium [Epilobietea]					+
Бета-разнообразие		6	6	8	9

Обозначения: Б.с. – базальные сообщества; Д.с. – дериватные сообщества; +++ – преобладание; ++ – площадь не менее 30%; + – площадь незначительна.

зов протекает по-иному. В отличие от описанного выше варианта ТСС, на дражных отвалах нет растительных сообществ класса [*Artemisietea*]. Сукцессия начинается внедрением видов сообществ *Chamerio-Hordeetum* (var. *Chenopodium – Caardus crispus – typica*) и *Puccinellio-Hordeetum* (var. *Chenopodium album*). По склонам и вскрышам отвалов, где накопляется мелкозем, формируются дериватные сообщества *Elytrigia repens + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*]. На III стадии сукцессии вышеописанные сообщества перестают доминировать и вытесняются более устойчивыми сообществами *Chamerio-Hordeetum* (var. *Chamomilla suaveolens*) и *Puccinellio-Hordeetum* (var. *typica – Elymus kronokensis*). Постепенно исчезают сообщества, появившиеся на ранних стадиях сукцессии. Наблюдается формирование ранних луговых сообществ (*Chamomillo-Hordeetum*), а также древесной и кустарниковой растительности (Д.с. *Salix viminalis + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*], *Betula fruticosa + Chamerion angustifolium* [*Epilobietea*]), хотя их полное установление не отмечается и до настоящего времени (к 20–30 годам). Бета-разнообразие увеличивается с 6 на II стадии сукцессии до

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

9–10 – на III и IV стадиях, а затем падает до 7 на V стадии сукцессии.

На нижних уровнях дражных полигонов (между отвалами) формирование растительных сообществ идет еще быстрее, чем при вышеописанных вариантах ТСС. Ускорение происходит за счет близости естественной пойменной растительности, окружающей отвалы (остатки лугов и прибрежные леса), и накопления осадков и мелкого субстрата в микропонижениях. Благодаря этим же факторам увеличивается число сообществ. В отличие от других вариантов ТСС здесь единичные виды растений появляются в первые годы, хотя формирование более устойчивых сообществ происходит только через 5–6 лет после отсыпки. На данном варианте ТСС самое большое и устойчивое во времени бета-разнообразие, которое по стадиям сукцессии постепенно увеличивается от 7 до 10–11.

Таким образом, бета-разнообразие во всех подсистемах увеличивается в средних стадиях сукцессии, а затем в зависимости от интенсивности вторичного техногенного пресса у одних подсистем (НП) остается на одном уровне, а у других или поднимается вверх (ВП и НД), или сокращается (ВД). Неустойчивость растительности отвалов к вторичным антропогенным влияниям позволяет сформулировать важную рекомендацию для содействия процессам самозарастания отвалов: следует не допускать влияния факторов, которые способны нарушать растительность.

Литература

Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению // Материалы конф. БИН и ЗИН РАН, 14–15.2 и 14–15.5. 1990. Л., 1992.
Биологическое разнообразие лесных экосистем. М., 1995. 356 с.
Кучеров И.Б. // Журн. общ. биол. 1995. Т. 56. № 4. С. 486–505.
Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 228 с.
Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. М.: Наука, 1981. 232 с.
Whittaker R.H. Communities and ecosistems. N.Y.: MacMillan, 1975. 385 p.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕ-ТАЗОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В.Ю. Нешатаев
Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, г. Санкт-Петербург
val@VN1872.spb.edu

Еще в XIX в. выдающийся исследователь Сибири академик А.Ф. Миддендоф писал, что «в Сибири лесные пожары принадлежат к числу важнейших двигателей природы, посредством которых лесам сообщается известного рода разнообразие». По поводу влияния пожаров на разнообразие растительности в рассмотренной нами литературе нет единой точки зрения. Ряд авторов показывают, что пожары умеренной интенсивности приводят к увеличению разнообразия растительности ландшафтов. В то же время, можно предполагать, что интенсивные и частые пожары могут приводить к значительному обеднению растительности за счет снижения площадей коренных лесов. Была высказана также точка зрения о необходимости организации управляемых пожаров в заповедниках Скандинавии, где их не было более 100 лет, с целью поддержания популяций видов и типов сообществ, существующих, по мнению авторов, в условиях периодических пожаров. Высказывались опасения о возможности исчезновения на заповедных территориях этого типа леса в результате борьбы с пожарами. Пожары, возникающие по естественным причинам, составляют в заповедниках России около 70%. Однако в практике заповедного дела любые пожары считаются недопустимыми.

Анализ литературы позволил сформулировать следующие гипотезы, которые проверены в ходе работы:

1) гипотеза А.Я. Гордягина, состоящая в том, что сосняки лишайниковые на песчаных почвах – длительнопроизводный тип леса на месте кедровых (в области распространения кедра) или еловых лесов;

2) разнообразие растительности изменяется в зависимости от частоты и интенсивности пожаров, эта связь носит сложный нелинейный характер.

С целью проверки гипотезы о связи разнообразия растительности с частотой пожаров разработана математическая модель динамики состава лесной растительности заповедника на отрезках времени порядка сотен лет с учетом различных вариантов интенсивности пожаров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Глобального экологического фонда в рамках гранта на тему «Лесные пожары и биологическое разнообразие» (B.2.5.35).

Материал и методика

Верхне-Тазовский заповедник располагается в юго-восточной части Ямало-Ненецкого национального округа в Красноселькупском районе. Заповедная территория площадью 630 тыс. га простирается с юга на север на 220 км (от 62°10' до 63°33' с.ш.) и с запада на восток на 100 км (от 83°00' до 85°02' в.д.).

Для исследования разнообразия растительного покрова использовали индекс Шеннона: $H= -\Sigma (Pi*\ln Pi)$, где Pi – вероятность встречи i-го типа растительного сообщества в какой-либо точке рассматриваемой территории, ln – натуральный логарифм. В качестве вероятности встречи сообществ с определенным типом живого напочвенного покрова в составе растительности использовали отношение площади, занятой сообществами синтаксона, к общей потенциально лесной площади: $Pi = Sk/S$, где Sk – площадь k-го типа сообществ, S – общая площадь лесных земель. Индекс разнообразия по древесному ярусу рассчитывали отдельно, используя для Sk выражение: $Sk = \Sigma Kk*Gi /10$, где Kk – средняя доля k-й породы в составе насаждений i-й стадии послепожарной сукцессии, Gi – средняя относительная полнота насаждений i-й стадии.

В основу идентификации параметров модели положено 311 геоботанических и 758 таксационно-типологических и почвенных описаний пробных площадей, а также результаты геоботанического картографирования растительности заповедника в масштабе 1:100000. Для каждой пробной площади было определено время существования растительности без воздействия пожаров, которое далее мы называем временем сукцессии (TF). Время, которое прошло с момента последнего пожара, было определено путем подсчета годичных колец, перекрывающих огневые повреждения древесины, или по архивным материалам заповедника. Для насаждений, которые появились после пожара, время, прошедшее после него, принимали равным возрасту наиболее старшего поколения деревьев без огневых повреждений. Время сукцессии для ельников и кедровников, в которых отсутствовали следы огня, принимали равным 4000 лет – времени, прошедшему с момента проникновения кедра на территорию Верхне-Тазовской возвышенности. Вероятность пожаров за 10 лет (TF) рассчитывали для каждой пробной площади. При $TF<10$ лет ее принимали равной 1,0. При $TF \leq 10$ лет ее рассчитывали как частное от деления зарегистрированного на пробной площади количества пожаров (NF) на возраст наиболее старшего поколения, выраженный в десятках лет. В качестве показателя интенсивности пожаров использовали относительную полноту элементов леса, имеющих возраст более TF – KDF.

В рассматриваемом ландшафте выделено 17 типов местообитаний, а в каждом типе местообитаний – ко-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нечное количество стадий послепожарной динамики растительности. Входными в модель являются следующие характеристики: 1) современное распределение типов земель и присущих им стадий послепожарной динамики растительности (Poi); 2) вероятность пожара определенной интенсивности f в определенном типе земель и на определенной i-й стадии послепожарной динамики растительности (Pfi). Основу модели составляют сведения о следующих вероятностях: 1) вероятность смены растительности после пожара интенсивности f определенной j-й стадией послепожарной динамики (Pfij); 2) вероятность смены одной стадии послепожарной динамики другой в отсутствие пожара (Pij).

Возобновление определенных древесных пород на гарях и в производных лесах зависит не только от условий местообитания, но и от режима поступления семян различных пород. Соотношение преобладающих древесных пород, дающих семена, на разных этапах динамики ландшафта может быть различным. Поэтому и вероятности возобновления тех или иных пород на одном и том же местообитании может меняться во времени.

Выходными параметрами модели являются вероятности встречи стадий послепожарной динамики растительности на исследуемой территории через заданное число временных шагов n – Pni.

Формулировка структуры модели и ее задач позволяет применить математический аппарат нестационарного Марковского процесса. Согласно принципам Марковской цепи на любом временном шаге справедливы следующие выражения: P(n+1)i= Pni*Pnij– Pni*Pfi*Pfij; Pnij=*f*(Pn1, Pn2,..., Pnk), где P(n+1)i – вероятность встречи в ландшафте i-й стадии послепожарной динамики в ландшафте на временном шаге, следующем за шагом n; Pni – то же на шаге n; Pnij – вероятность смены одной стадии послепожарной динамики другой в отсутствие пожара при переходе от шага n к шагу n+1; Pfi – вероятность пожара интенсивности f на стадии i; Pfij – вероятность смены растительности после пожара интенсивности f j-й стадией послепожарной динамики; *f* (Pn1, Pn2, ..., Pnk) – функция от вероятностей встречи k стадий послепожарной динамики.

Временной размер шага моделирования принят равным 10 годам. При характерном времени существования стадии более 10 вероятность перехода в следующую определяли по уравнению Pij= Tij/10.

Время перехода от текущей стадии сукцессии к следующей определяли как разность между средним временем сукцессии, характерным для перехода в следующую стадию сукцессии, и средним временем сукцессии, характерным для перехода из предыдущей стадии в текущую.

Для установления среднего времени сукцессии, в которое осуществляется переход от одной стадии к другой, использовали методы регрессионного анализа. При длительности существования двух и более стадий сукцессии менее 10 лет их объединяли в одну.

Проверка гипотез о динамическом статусе лишайниковых сосняков

Принята гипотеза Гордягина, т.к. соотношение мхов и лишайников определяется степенью продвинутости сообщества в послепожарных сукцессионных рядах и контролируется, в основном, биотическими факторами: сомкнутостью древесного полога, запасом мертвого органического вещества в подстилке. Преобладание лишайников – временная фаза послепожарной сукцесии в таежной зоне. Время, за которое происходит при отсутствии пожаров смена лишайников мхами на песчаных дренированных почвах, превышает 250 лет и обычно больше периода оборота огня (80–120 лет), что препятствует завершению этой смены (табл. 1).

Идентификация параметров модели

По данным пробных площадей получены характеристики частоты и интенсивности лесных пожаров на различных местообитаниях (табл. 2).

Послепожарные сообщества на сильно дренированных песках в результате повторного пожара переходят в сообщества лишайникового цикла ассоциаций. К послепожарным сообществам на этих местообитаниях отнесены невозобновившиеся гари, все сосняки, лиственничники и березняки, а также елово-кедровые леса лишайникового и лишайниково-зеленомошного циклов ассоциаций.

Установлено, что практически все елово-кедровые, березовые и осиновые леса подвергаются повальным или верховым пожарам и переходят в разряд невозобновившихся гарей, а сосняки и лиственничники подвергаются преимущественно низовым пожарам с частичным сохранением исходного доминанта древесного яруса.

Таблица 1

Результаты регрессионного анализа связи пропорции мохообразных в моховом ярусе с частотой пожаров (NF), относительной полнотой сохранившихся после пожара деревьев (KDF, %) и временем сукцессии (TF, лет) на песчаных сильно дренированных почвах

Переменные и константы	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P
Константа	63,80	2,95	21,6	$5{,}0 \cdot 10^{66}$
NF	–20,96	2,21	–9,5	$3{,}6 \cdot 10^{19}$
KDF	1,38	0,14	9,9	$1{,}7 \cdot 10^{20}$
TF	–0,01	0,00	–3,5	$4{,}8 \cdot 10^{4}$

Примечание. Регрессионная статистика: множественный R = 0,57; R-квадрат = 0,32; нормированный R^2 = 0,32; SE = 20,31; F-статистика = 55; значимость $F = 4{,}9 \cdot 10^{-29}$; наблюдений 348.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Характеристики частоты и интенсивности лесных пожаров на различных местообитаниях

Характеристики	Статистики *					
	Av	SE	SD	Min	Max	N
Cladinosa на дренированных песках						
Количество пожаров – NF	1,3	0	0,7	1	3	195
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	113	5	63	0	270	195
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,177	0,0158	0,2206	0,067	1	195
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	2	0	6	0	40	195
Время сукцессии, лет – TF	85	3	37	1	168	195
Empetroso-Vacciniosa на дренированных песках						
Количество пожаров – NF	1,1	0	0,4	0	2	153
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	115	5	63	0	260	153
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,1488	0,0123	0,1523	0	1	153
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	7	1	14	0	70	153
Время сукцессии, лет – TF	228	56	698	1	4000	153
Fruticuloso-Hylocomiosa на дренированных супесях						
Количество пожаров – NF	1	0	0,5	0	2	195
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	130	5	76	10	300	195
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,1612	0,0154	0,2147	0	1	195
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	10	1	20	0	80	195
Время сукцессии, лет –TF	604	94	1307	10	4000	195
Fruticuloso-Hylocomiosa на дренированных суглинках						
Количество пожаров – NF	1,2	0	0,4	1	2	57
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	125	9	72	10	290	59
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,1568	0,0237	0,1823	0	1	59
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	5	1	11	0	60	59
Время сукцессии, лет –TF	240	93	713	10	4000	59
Polytrichosa, Sphagnosa girgensohnii, Sphagnosa на местообитаниях застойного ряда увлажнения						
Количество пожаров – NF	0,7	0,1	0,5	0	2	105
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	131	7	76	15	320	105
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,1063	0,0112	0,1148	0	0,667	105
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	13	2	18	0	60	105
Время сукцессии, лет – TF	1317	178	1825	15	4000	105
Herboso-Filipendulosa, Herboso-Sphagnosa на местообитаниях проточного ряда увлажнения						
Количество пожаров – NF	0,7	0,1	0,5	0	1	54
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	105	6	48	30	240	58
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,0936	0,0114	0,0866	0	0,333	58
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	14	2	19	0	50	58
Время сукцессии, лет – TF	1499	250	1901	30	4000	58
Fruticoso-Herbosa на дренированных пойменных местообитаниях						
Количество пожаров – NF	0	0	0	0	2	97
Максимальный возраст элементов леса, лет – T	170	7	67	0	300	97
Вероятность пожара за 10 лет – PF	0,1256	0,103	1,0141	0	10	97
Относительная полнота сохранившихся деревьев, % – KDF	13	2	21	0	80	97
Время сукцессии, лет – TF	170	7	67	0	300	97

* Av – среднее арифметическое; SE – стандартная ошибка; SD – стандартное отклонение; Min – минимум; Max – максимум; N – количество наблюдений.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Процесс восстановления растительности в ходе послепожарной демутационной смены охарактеризован вероятностями возобновления на гарях тех или иных древесных доминантов, вероятностями смены преобладающих пород и вероятностью смены лишайников мохообразными.

Вероятности формирования на гарях насаждений с преобладанием тех или иных пород определены по составу молодняков соответствующих местообитаний. Невозобновившиеся гари переходят в разряд насаждений, способных дать семена в течение 40 лет для хвойных пород и 20 лет – для лиственных, что соответствует среднему возрасту начала семеношения большинства пород и среднему времени возобновления гарей. Вероятность перехода гари в состояние насаждения за 10 лет определена как средняя относительная полнота породы в составе насаждений возраста А десятков лет (где $A \leq 4$), деленная на А. Для установления зависимости вероятности возобновления древесной породы от режима обсеменения вырубок, определяемого пропорцией насаждений породы во всем анализируемом ландшафте, были построены уравнения регрессии по типам местообитаний и породам.

Вероятности смены преобладающих пород определены по средней длительности существования производных или пионерных (в поймах) древостоев. Для лиственных насаждений время смены на большинстве местообитаний составляет около 150 лет, а для лиственницы и сосны – около 300 лет. На сильно дренированных песках сосняки лишайниковые сменяются зеленомошными кедровниками за время, равное жизни двух поколений сосны (660 лет).

На дренированных супесях и песках при сильной интенсивности огневого воздействия при давности пожара 20–140 лет вероятно существование лесов с лишайниково-зеленомошным покровом. Однако в ряде случаев в ходе сукцессии на супесях стадия пионерных мхов сразу сменяется стадией с преобладанием лесных мхов. Вероятность существования лишайниково-зеленомошных и чисто зеленомошных лесов на супесях принята в модели, пропорциональной их современной представленности в заповеднике.

Площадь, занятая в настоящее время различными стадиями послепожарной динамики в Верхне-Тазовском заповеднике по результатам геоботанического картографирования, приведена в табл. 3, 4.

Таблица 3

Исходное и прогнозируемое распределение лесных площадей Верхне-Тазовского заповедника занятых различными формациями в зависимости от частоты пожаров,%

Формации	Исходное	Прогнозируемое				
	Коэффициент частоты пожаров					
	1	0	1	3	4	5
Кедровники и ельники	12,6	77,2	10,5	1,9	0,7	0,4
Осинники	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Березняки	24,9	2,7	21,6	21,0	20,1	19,4
Лиственничники	5,8	0,2	1,4	2,4	2,7	2,9
Сосняки	54,1	19,2	60,3	64,8	65,5	65,3
Ивняки	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Гари и пустоши	0,4	0,0	5,6	9,3	10,4	11,4
Функция разнообразия Шеннона	1,3	0,8	1,1	1,0	1,0	1,0

Примечание. Функция разнообразия Шеннона для прогнозируемого состояния дана на 3000 г.

Таблица 4

Исходное и прогнозируемое распределение лесных площадей Верхне-Тазовского заповедника занятых различными типами живого напочвенного покрова в зависимости от частоты пожаров, %

Тип живого напочвенного покрова	Исходное	Прогнозируемое					
	Коэффициент частоты пожаров						
	1	0	1	2	3	4	5
Бокальчатые и трубчатые лишайники	2,9	0,0	18,8	28,4	33,8	37,2	39,3
Кладины мягкая, лесная и оленья	4,3	0,0	11,9	14,3	14,1	13,1	12,1
Кладина звездчатая	16,5	7,9	16,8	8,3	4,0	1,7	0,5
Зеленомошно-лишайниковый	16,2	9,4	7,8	5,1	3,8	3,1	2,6
Пионерные мхи	4,4	0,0	10,8	15,3	17,9	19,3	21,2
Кустарничково-зеленомошный	31,6	58,2	10,8	6,1	4,3	3,4	2,7
Мелкотравно-зеленомошный	5,8	7,2	3,7	2,5	1,7	1,2	1,0
Вейниково-мелкотравно-зеленомошный	1,0	0,0	2,1	2,6	3,0	3,5	3,2
Долгомошный	1,6	0,0	4,8	7,0	8,7	10,0	10,8
Кустарничково-сфагновый	11,2	12,8	8,0	5,9	4,2	3,0	2,1
Болотно-травяной и травяно-сфагновый	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Хвощево-вейниковый	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Функция разнообразия Шеннона	2,0	1,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8

Примечание. Функция разнообразия Шеннона для прогнозируемого состояния дана на 3000 г.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Компьютерная реализация модели

Модель реализована в виде программы базы данных на языке DBASE III+. Исходные данные вводятся в файл базы данных. В этот же файл записываются данные моделирования соотношения площадей, занятых различными типами сообществ при заданном коэффициенте частоты пожаров. На последнем этапе моделирования создается копия файла с исходными и расчетными данными.

С помощью программы были проведены расчеты соотношения площадей, занятых выделенными типами растительных сообществ, при шести вариантах интенсивности пожаров, которую задавали в виде произведения современной вероятности частоты пожаров на коэффициент частоты пожаров. Расчеты были проведены для следующих значений коэффициента частоты пожаров: 0, 1, 2, 3, 4, 5. Коэффициент частоты пожаров, равный 0, соответствует полному исключению пожаров, 1 – рассчитанному по данным полевых исследований для периода последних 200–300 лет, коэффициенты 2–5 соответствуют увеличению вероятности пожаров в 2–5 раз.

Анализ результатов модельных экспериментов

Анализировали следующие показатели:

1) распределение потенциально лесных площадей по преобладающим породам;

2) распределение потенциально лесных площадей по типам живого напочвенного покрова;

3) функцию биоразнообразия Шеннона, рассчитанную по вероятностям встречи на территории заповедника различных лесных формаций и невозобновившихся гарей и пустошей на потенциально лесных землях;

4) функцию биоразнообразия Шеннона, рассчитанную по вероятностям встречи на территории заповедника различных типов живого напочвенного покрова.

При анализе распределения лесных площадей по преобладающим породам и соответствующей функции биоразнообразия в одну категорию были объединены еловые и кедровые леса. Это связано с тем, что чисто еловые и чисто кедровые леса в заповеднике встречаются редко, а также тем, что ель и кедр сходным образом реагируют на пожары.

При анализе распределения лесных площадей по типам живого напочвенного покрова породам и соответствующей функции биоразнообразия в одну категорию под названием кустарничково-зеленомошный тип покрова были объединены плевроциевые стадии собственно кустарничково-зеленомошных лесов на супесях и суглинках, а также бруснично-воронично-зеленомошный тип в силу сходства их флористического состава и видов-доминантов. Также для анализа были объединены зеленомошно-лишайниковые леса, возникающие на дренированных песках и супесях. При этом в модели расчеты площадей вели раздельно по указанным типам местообитаний и суммировали их только на стадии расчета функции Шеннона.

Результаты прогноза распределения площадей по преобладающим породам на 3000 год показаны в табл. 2. Следует отметить, что распределение площадей по преобладающим породам для коэффициентов интенсивности пожаров 2–5 стабилизируется через 200–300 лет, а при коэффициенте интенсивности пожаров, равном 1, – через 500 лет. Время стабилизации соотношения преобладающих пород при полном исключении пожаров составляет более 1000 лет. При полном исключении пожаров в составе лесов заповедника следует ожидать увеличение площади кедровых лесов с участием ели за счет уменьшения площади производных гарей и пустошей, сосняков, березняков, осинников и лиственничников (см. табл. 3). Тем не менее, сосновые леса при этом будут занимать через 1000 лет около 19% площади на заболоченных и сильно дренированных песчаных местообитаниях, несмотря на то, что все они имеют тенденцию к смене темнохвойными лесами. Это связано с очень медленной скоростью сукцессии в условиях северной тайги и бедных местообитаний. При полном исключении пожаров индекс Шеннона для древесного яруса в течение первых трех десятилетий увеличивается с 1,25 до 1,3 и затем начинает снижаться, достигая исходного уровня через 120 лет. Через 1000 лет он снижается до уровня 0,8 (см. табл. 3). Это снижение разнообразия легко объясняется исключительным преобладанием коренных кедровников и сокращением доли производных лесов. При сохранении ныне существующего режима пожаров прогнозируемое распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам близко к современному (в модели – исходному).

Исходное и прогнозируемое распределения площадей по типам живого напочвенного покрова приведено в табл. 3. При увеличении интенсивности пожаров закономерно уменьшается доля елово-кедровых лесов и увеличивается доля сосняков и невозобновившихся гарей и пустошей (см. табл. 4). Прогнозируется также полное исчезновение осинников и уменьшение площади березняков, неустойчивых к пожарам (см. табл. 3). Индекс Шеннона при этом довольно быстро снижается, стабилизируясь на уровне 1,0 примерно через 300 лет (см. табл. 4).

Согласно модельным прогнозам при полном исключении пожаров площадь лесов с лишайниковым и зеленомошно-лишайниковым покровом значительно сокращается и увеличивается площадь лесов с кустарничково-зеленомошным покровом. Леса с преобладанием лишайников представлены только стадией кладины звездчатой. К 3000 г. зеленомошные леса преобладают в ландшафте, занимая 58,2%. Начальные стадии послепожарной сукцессии на различных местообитаниях (бокальчатых и трубчатых кладоний, пионерных мхов, вейниково-мелкотравно-зеленомошная и долгомошная) отсутствуют в растительном покрове ландшафта. При полном отсутствии пожаров наблюдается наименьшее разнообразие живого напочвенного покрова (см. табл. 4).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

При сохранении современного режима пожаров моделирование позволяет прогнозировать некоторое увеличение площадей, занятых начальными стадиями послепожарной динамики (см. табл. 4). При этом на стадии стабилизации наблюдается более или менее равномерное распределение площадей, занятых различными стадиями, что приводит к увеличению индекса Шеннона (см. табл. 4), достигающего при такой интенсивности пожаров своего максимума.

При увеличении коэффициента частоты пожаров модель дает закономерный прогноз увеличения в составе растительного покрова начальных и промежуточных стадий восстановительной динамики живого напочвенного покрова. При этом уровень разнообразия при коэффициенте частоты пожаров, равном 1, максимален. При увеличении коэффициента до 3 и более индекс Шеннона закономерно снижается (см. табл. 4).

При максимальном коэффициенте, равном 5, следует ожидать почти полного исчезновения в растительном покрове нормальных зеленомошников, замещаемых стадией пионерных мхов. Также значительно снижается площадь мелкотравно-кустарничково-зеленомошных лесов и лесов с преобладанием кладины звездчатой (см. табл. 4).

Отметим, что болотнотравный и хвощево-вейниковый типы живого напочвенного покрова не изменяют своих площадей при любой частоте пожаров (см. табл. 4), что обусловлено их быстрым восстановлением после пожаров.

Особый интерес представляет изменение площадей, занятых различными типами растительных сообществ в первые 50 лет после полного исключения пожаров. За период в 50 лет следует ожидать увеличение площади елово-кедровых (в основном кустарничково-зеленомошных) лесов примерно в два раза за счет сокращения площади производных мелколиственных лесов и отчасти сосняков. При этом не произойдет значительного сокращения площади, занятой лесами с преобладанием в живом напочвенном покрове лишайников.

Таким образом, влияние частоты пожаров на разнообразие живого напочвенного покрова нелинейно (см. табл. 4). Наибольшего его разнообразия следует ожидать при современном режиме действия пирогенного фактора. Наименьшего – при полном исключении пожаров. Значительное увеличение частоты пожаров также приводит к снижению биологического разнообразия живого напочвенного покрова.

Разнообразие на уровне формаций нелинейно зависит от частоты пожаров. Оно минимально также при полном исключении пожаров, достигает максимума при уровне интенсивности пожаров, близком к современному, и далее, при увеличении коэффициента частоты пожаров до 2 снижается и практически не изменяется (см. табл. 3).

Полученные для севера Западной Сибири результаты хорошо согласуются с выявленными ранее закономерностями динамики растительности под влиянием пирогенного фактора для Лапландского государственного заповедника (Кольский полуостров) и поэтому могут быть положены в основу разработки концепции управления пожарами в заповедниках в условиях северной тайги европейской части и Западной Сибири.

Особого внимания заслуживает вопрос сохранения лишайниковых боров, которые, как подтвердили наши исследования, существуют на дренированных песчаных почвах благодаря периодически повторяющимся пожарам. Теоретически они имеют тенденцию к смене зеленомошными кедровниками и ельниками при отсутствии пожаров. Эта смена занимает время в несколько сот лет. С учетом того что на практике предотвращение лесных пожаров от ударов молнии невозможно, а также учитывая несовершенство современной системы обнаружения и тушения пожаров, можно с уверенностью сказать, что ныне действующие в заповедной системе РФ установки на предотвращение и тушение пожаров не приведут к исчезновению лишайниковых боров.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ РАЗРАБОТОК ГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(на примере горнорудного месторождения Кубака, Магаданская область)

А.Н. Полежаев, А.Н. Беркутенко
Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан
berkuten@online.magadan.su

Район исследований расположен в Северо-Эвенском районе Магаданской области (63°с.ш. и 160° в.д.). Изучение флоры и растительности района исследований было предпринято в связи с разработкой комплекса мер по охране окружающей среды, а также рекомендаций по организации долговременного экологического мониторинга в границах землеотвода золоторудного месторождения «Кубака» (площадь 885 га) и в его ближайших окрестностях.

Климатические характеристики района горнорудного месторождения по данным метеопоста на месторождении следующие: количество дней без мороза – 60, абсолютная минимальная температура –56°С, абсолютная максимальная температура +28° С, средняя температура самого теплого месяца +8°С, средняя температура самого холодного месяца –30°С. Преобладает ветер северо-восточного направления. Снежный покров держится 240 дней с середины октября до июня, глубина его на безлесных водоразделах 0,6–1 м, в долинах может доходить до 3,5 м. Количество осадков за год 297–300 мм.

Инвентаризация флоры и растительности – одно из направлений исследований на первоначальном этапе мониторинговых работ при разработке месторождений полезных ископаемых. Поскольку большая часть коренной растительности при разработке месторождения подлежит уничтожению, важно заранее выявить в районе землеотвода редкие виды и уникальные растительные сообщества, подлежащие охране, и рекомендовать меры по их сохранению. Не менее важно определить восстановительный потенциал природной флоры, чтобы иметь представление о стадиях и сроках естественного восстановления растительности на нарушенных местообитаниях. Эти знания необходимы для разработки рекомендаций по проведению рекультивационных работ на территории землеотвода после отработки месторождения. Некоторые виды, активно заселяющие места техногенных нарушений, могут быть рекомендованы для восстановления растительного покрова территорий, вышедших из-под интенсивного промышленного использования. Они способны образовывать хорошие травостои, дают много семян и успешно размножаются генеративным или вегетативным способами. Мониторинг состояния растительности на отработанном месторождении должен заканчиваться после полного завершения рекультивации нарушенных местообитаний.

В районе исследований широко представлены местообитания с разнообразными нарушениями растительного покрова: гари, участки с поврежденным лишайниковым покровом, срезанными кустарниками, вырубленными деревьями, дороги, траншеи, котлованы, карьеры, дамбы, насыпи, рекреационная зона. Ниже охарактеризованы основные типы нарушений растительного покрова и перечислены виды растений, принимающих активное участие в заселении нарушенных местообитаний.

1. **Гари**. При описании растительности на территории землеотвода нередко намечались участки старых гарей с практически восстановившимся растительным покровом. Начальную стадию восстановления растительности после пожара удалось зафиксировать на гари 1994 г. (правый берег р. Кубака). В лиственничнике на склоне местами практически полностью выгорел мохово-лишайниковый покров, кустарнички и мелкие кустарники. Были сильно повреждены крупные кустарники и кедровый стланик. Деревья больше всего обгорели при основании стволов. На вершине горы выгорели или были сильно опалены огнем лишайники, мхи, кустарнички, кустарники и кедровый стланик. Обгоревший лишайниковый покров разрушился под действием ветра и дождя. Его остатки были снесены вниз по склону. Возобновления лишайников не отмечено; на участках с обнажившимся грунтом довольно обильно произрастает *Chamerion latifolium*. В лиственничнике на склоне отмечено активное отрастание побегов (30–50 см) при основании обгоревших кустов у *Betula middendorffii, Alnus fruticosa*, появление всходов *Vaccinium uliginosum, Ledum decumbens* (3–4 см) из почек возобновления от побегов, сохранившихся в почве. Из трав на выгоревших местах отмечены местами довольно многочисленные всходы *Calamagrostis langsdorffii*, а также *Chamerion angustifolium, Aconogonon tripterocarpum, Delphinium brachycentrum*.

2. **Места с поврежденным лишайниковым покровом** встречаются довольно часто. Наибольшие площади их имеются на плато выше карьера, возле вершины горы Кубака. Здесь много примятых и обломанных лишайников. Некоторые обломки слоевищ уже прикрепились к субстрату и начинают отрастать. Большая часть (примерно 3/4) поврежденных лишайников отмирает. На обнажившемся минеральном грунте поселяются виды разнотравья, злаки, осоковые и кустарнички: *Lagotis minor, Tofieldia pusilla, Hierochloe alpina, Juncus castaneus, Luzula tundricola, Cassiope ericoides, Arctous alpina* и др.

3. **Вырубки** обычны в лесном поясе и нередко сопровождаются нарушениями напочвенного растительного покрова. Удаление древесного яруса и обнажение торфяного горизонта или минерального грунта способству-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ют интенсивной оттайке мерзлоты, что, в свою очередь, приводит к переувлажнению места вырубки. На таких участках поселяются виды разнотравья: *Chamerion latifolium, Delphinium brachycentrum, Hedysarum hedysaroides, Bistorta elliptica, Aconogonon tripterocarpum, Saxifraga nelsoniana*, а также *Salix reticulata, Betula exilis*. Наиболее обильны бывают: *Calamagrostis langsdorffii* и *Equisetum arvense*, а на переувлажненных местах – осоки и пушицы. На старых вырубках по правому берегу р. Кубака сформировался растительный покров с доминированием злаков, разнотравья и кустарников.

4. **Места срезки кустарников** имеются на правом берегу р. Кубака рядом с карьером для добычи песчано-галечниковых отложений. После срезки кустарников на полигоне остается лишенный растительности тонкий торфяной слой. Напочвенный растительный покров сохраняется лишь небольшими пятнами. Такие местообитания активно заселяют злаки и разнотравье: *Calamagrostis langsdorffii, Hedysarum hedysaroides, Aconogonon tripterocarpum, Artemisia arctica, Alnus fruticosa, Betula exilis, Vaccinium uliginosum*, а также ивы. Кустарники отрастают из оставшихся в почве побегов. Отмечено отрастание зеленых мхов и прирастание обломков слоевищ лишайников к субстрату.

5. **Магистральные дороги (насыпные и зимники)** относятся к постоянно и сезонно действующим транспортным коммуникациям. На откосах отсыпных дорог и в кюветах, вдоль них селятся, местами довольно обильно, *Equisetum arvense, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Elymus kronokensis*, а также ивы. Иногда кюветы запруживаются, и в них образуются небольшие водоемы, возле которых поселяются влаголюбивые растения. На зимних дорогах, в местах, где сильно нарушен растительный покров и поэтому происходит интенсивная оттайка мерзлоты, в большом количестве поселяются осоки и пушицы. Временные дороги с остатками гумусового горизонта почвы в лесном поясе активно зарастают кустарниками, злаками, разнотравьем и зелеными мхами. Растения образуют практически сплошной покров с незначительными пятнами минерального грунта (за исключением мест размыва дождевыми водами по колеям). На таких местообитаниях отмечены: *Potentilla stipularis, Saussurea angustifolia, Calamagrostis langsdorffii* (обильно), *Valeriana capitata, Poa glauca, Rosa acicularis, Chamerion angustifolium, Cardamine bellidifolia, Carex lugens, Cerastium beeringianum, Aconogonon tripterocarpum, Bistorta elliptica, Hedysarum hedysaroides, Saxifraga nelsoniana*, а также ивы и березки. Отмечены всходы лиственницы и кедрового стланика. На временных дорогах с минеральным грунтом в горнотундровом поясе отмечены: *Dryopteris fragrans, Empetrum nigrum, Betula exilis, Saxifraga punctata, Hiero-chloe alpina, Ledum decumbens, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Orthilia obtusata, Festuca rubra, Arnica frigida, Luzula confusa, Saxifraga firma, Cardamine bellidifolia, Dracocephalum palmatum, Dryas punctata, Artemisia borealis, Poa alpigena, Arctous alpina, Dicentra peregrina, Oxytropis czukotica.*

6. **Траншеи** наряду с дорогами – самый обычный тип нарушений местообитания на территории землеотвода месторождения. Они располагаются на всех элементах рельефа от высокогорного плато до долины р. Кубака. Поэтому варианты зарастания траншей довольно разнообразны и различаются в зависимости от ее местоположения в рельефе, крутизны и экспозиции склона, степени и характера увлажнения (постоянное, временное, проточное, застойное) и других показателей. В качестве примера приведем несколько описаний типов зарастания траншей. Траншея на правом берегу ручья Разлом, идущая вверх по склону через заросли кедрового стланика с кустарничково-лишайниковым наземным покровом. Нижняя часть траншеи, выходящая к ручью, обильно заросла кустами ив: *Salix krylovii, S. alaxensis, S. schwerinii* высотой до 2 м. Выше по склону растительность в траншее постепенно становится более разреженной. Здесь отмечены: *Chamerion angustifolium* (местами обильно), *Betula exilis, Vaccinium uliginusum, Calamagrostis langsdorffii, Festuca altaica, Hierochloe alpina, Empetrum nigrum, Artemisia arctica, Spiraea beauverdiana, Ledum decumbens, Tanacetum boreale, Saxifraga punctata.* В местах с достаточным увлажнением обильны зеленые мхи. Имеется также подрост чозении и тополя высотой до 1,5 м, лиственницы – до 70 см, кедрового стланика – до 50 см. В зарастании траншеи, которая проходит вниз по склону через кустарничково-лишайниковый и осоково-пушицевый лиственничники, участвуют многие виды из этих растительных сообществ, особенно в тех местах, где на борта траншеи свисает дерновина. Здесь отмечены: *Vaccinium vitisidaea, V. uliginosum, Ledum decumbens, Empetrum nigrum* и др. На минеральном грунте произрастают в основном виды разноторавья и злаки: *Cardamine bellidifolia, Equisetum arvense* (местами обильно), *Luzula wahlenbergii, Juncus castaneus, Rosa acicularis, Eriophorum polystachion, Pentaphylloides fruticosa*, а также кустики ив, невысокие деревца чозении (редко). Возобновление лиственницы на бортах траншеи идет довольно активно, тогда как в окружающем лиственничнике всходов лиственницы не отмечено. В целом траншеи, расположенные в лесном поясе, зарастают активнее, чем в горнотундровом. Здесь более обильны *Chamerion angustifolium, Calamagrostis langsdorffii*, а также ивы и зеленые мхи. В поясе горных тундр траншеи зарастают в основном видами разнотравья, ив здесь очень мало.

Как пример саморекультивации приведем описание практически полностью заросших траншей. Первая проложена на нагорной террасе через участок осоково-пушицевой тундры. Здесь в условиях избыточного увлажнения обильно произрастают: *Carex lugens, Eriophorum vaginatum, E. polystachyon*. Борта траншеи сплошь заросли хвощом *Equisetum arvense* и ивой *Salix krylovii*. Полностью заросшая траншея в лиственничнике со сплошным покровом из голубики (*Vaccinium uliginosum*) имеет следующий вид: по дну сочится вода, на бортах

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сусликами вырыты многочисленные норы. Здесь растительный покров формируют: *Equisetum arvense* (очень обилен), *Pentaphylloides fruticosa, Calamagrostis langsdorffii, Arctagrostis arundinacea, Hedysarum hedysaroides, Chamerion latifolium, Salix krylovii, S. schwerinii* и др., а также самосев лиственницы высотой до 30 см.

7. **Котлованы** обычно быстро заполняются водой, и на их месте образуются искусственные водоемы. Отвалы грунта вокруг выемок активно зарастают кустарниками и травами: *Pentaphylloides fruticosa, Betula fruticosa, Salix krylovii, S. udensis, S. schwerinii, Calamagrostis langsdorffii, Arctagrostis arundinacea, Trisetum spicatum, Poa sibirica, Elymus kronokensis, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Equisetum arvense.* У кромки воды поселяются: *Ranunculus gmelinii, Carex vesicata, Nardosmia frigida, Rumex arcticus, Senecio congestus, Juncus biglumis.* Наблюдения в осушенном котловане хвостохранилища показали, что пионерами зарастания здесь стали: *Chamerion angustifolium, C. latifolium, Astra-galus frigidus, Poa sibirica, Erigeron kamchaticus, Carex lugens, Equisetum arvense, E. scirpoides, Calamagrostis langsdorffii, Polygonum humifusum, Hierochloe alpina,* кое-где появились зеленые мхи. Отмечен также самосев ив: *Salix glauca, S. schwerinii, S. krylovii.*

8. **Карьер**. В промышленной зоне месторождения растительный покров уничтожен практически полностью. В карьере и его ближайших окрестностях отмечены лишь единичные экземпляры растений, семена которых были случайно занесены сюда ветром, животными или человеком. Это в основном виды злаков и разнотравье: *Arctagrostis latifolia, Calamagrostis langsdorffii, Festuca altaica, Trisetum molle, Hordeum jubatum, Hierochloe alpina, Tanacetum boreale, Chamerion angustifolium, C. latifolium,* а также *Rubus sachalinense, Cassiope ericoides* и другие кустарнички. Встречаются также кусты ив, небольшие деревца чозении и тополя, всходы лиственницы и кедрового стланика.

9. **Дамбы, насыпи, строительные площадки** – это искусственные сооружения на месте естественных местообитаний, которые также активно заселяются растениями природной флоры. Дамба между ручьем Разлом и хвостохранилищем сложена из крупных камней и мелкозема. Здесь произрастают ивы *Salix schwerinii, S. krylovii* высотой 50–60 см, до 1 м; из трав наиболее обильны *Chamerion angustifolium, Calamagrostis langsdorffii, Equisetum arvense;* кое-где обильны зеленые мхи. На спланированной строительной площадке у р. Кубака отмечены *Galium boreale, Aconitum delphinifolium, Pentaphylloides fruticosa, Saxifraga hieracifolia, Festuca altaica, Poa glauca, Calamagrostis langsdorffii, Luzula confusa, Polygonum viviparum, Artemisia tilesii, Crepis nana, Trisetum molle, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Dryopteris fragrans, Tanacetum boreale, Hedysarum hedysaroides, Betula exilis, B. fruticosa,* а также кусты ив, небольшие деревца чозении и тополя.

10. **Жилая зона**. Восстановление растительности на нарушенных местообитаниях вблизи жилой зоны имеет свои особенности. Здесь больше встречается сорных растений, активнее идет зарастание в связи с обогащением почвы элементами питания за счет бытовых выбросов. Отвалы грунта на окраине жилой зоны очень активно зарастают злаками, разнотравьем: *Hordeum jubatum, Calamagrostis langsdorffii, Poa glauca, Trisetum spicatum ssp.molle, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Artemisia leucophylla, Hedysarum hedysaroides, Rubus chamaemorus, Equisetum arvense, E. variegatum, Polygonum aviculare, Aconogonon tripterocarpum, Luzula wahlenbergii, Tanacetum boreale, Eriophorum polystachion,* а также ивами: *Salix alaxensis, S. schwerinii, S. krylovii, S. glauca,* кусты которых достигают 1,5 м в высоту, молодыми деревьями чозении и тополя. Здесь же местами обильны проростки лиственницы. В жилой зоне высаживаются в грунт культурные, декоративные и огородные растения.

В результате проведенных исследований получены новые данные по флоре и растительности труднодоступного района, расположенного в северо-восточной части Колымского нагорья в верховьях правого притока Колымы – р. Омолон. Уточнены ареалы ряда видов растений, описаны характерные растительные сообщества. Во флоре района выявлено 243 вида сосудистых растений, которые следующим образом распределились по широтным группам: виды арктические – 5%, аркто-альпийские – 25%, гипоарктические – 12%, гипоаркто-монтанные – 16%, аркто-бореальные – 27%, бореальные – 15%. Большой интерес представляет находка редкого на северо-востоке Азии вида *Astragalus polaris Benth.* Это амфиберингийский вид, известный на Дальнем Востоке, кроме Магаданской области и Чукотки, также на полуострове Камчатка и о. Карагинский.

Установлено, что природная флора района исследований обладает достаточным потенциалом для самовосстановления растительности на нарушенных местообитаниях. Здесь находят условия для существования виды растений, отсутствующие в коренных растительных сообществах, которые ранее были распространены на территории землеотвода месторождения. Это, например, чозения (*Chosenia arbutifolia*) и тополь (*Populus suaveolens*), всходы и небольшие деревца которых довольно обычны в совершенно нехарактерных для этих растений местообитаниях – на днищах и щебнисто-мелкоземистых бортах траншей. Выявлены виды растений природной флоры, которые можно успешно использовать для ускоренного восстановления растительного покрова. В качестве перспективных при рекультивации рекомендованы: *Larix gmelinii, Pinus pumila, Populus suaveolens, Chosenia arbutifolia, виды рода Salix, Alnus fruticosa, Betula exilis, B. middendorffii, Calamagrostis langsdorffii, Arctagrostis arundinacea, Festuca altaica, F. brachyphylla, F. ovina, F. rubra, Hierochloe alpina, Trisetum molle, Bromopsis pumpelliana, Elymus kronokensis, Hordeum jubatum, Chamerion angustifolium, C. latifolium, Tanacetum boreale* и др., а также лишайники: *Cladina stellaris, Cladina rangiferina, C. arbuscula, Cetraria cucullata, C. nivalis.*

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ РАЗНОГУСТОТНЫХ СОСНОВЫХ ЦЕНОЗОВ

Л.С. Пшеничникова
Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, г. Красноярск
institute@forest.akadem.ru

Продуктивность лесных экосистем Сибири определяется комплексом лесорастительных условий. Повысить продуктивность лесных экосистем возможно, если вывести систему из равновесия за счет дополнительной энергии (удобрения, мелиорация) либо посредством интродукции более продуктивных видов и их климатипов, соответствующих условиям местообитания. При этом изменять продуктивность насаждений можно только в определенных пределах, а всплеск продукционной активности ценозов сменяется периодом депрессии (Цветков, 2000 и др.).

Многолетние опыты в 40-, 70-, 90-летних сосняках Приангарья показали, что устойчивое действие удобрений продолжалось около 10–15 лет в зависимости от их дозы удобрений, а дополнительный среднегодичный прирост изменялся в пределах от 40 до 130%. С увеличением возраста древостоев при одних и тех же дозах реакция на удобрение ослабевала (Пшеничникова, 1999). Установлено, что эффект удобрений, кроме прямого воздействия на рост деревьев, пролонгируется за счет дополнительного переработанного минерального питания и вызывает повторное увеличение прироста (эхо-эффект). В результате этого срок действия удобрений существенно удлиняется, но внесение удобрений не может существенно изменить условия экотопа (Бузыкин и др., 2001).

Издавна используемые в практике лесовыращивания разнообразные лесоводственные приемы и методы также не вызывают заметного увеличения общей продуктивности (Георгиевский, 1957; Давыдов, 1971). Наши опыты продемонстрировали возможность повышения общей производительности смешанных молодняков рубками ухода умеренной интенсивности до 10–15% запаса. Дальнейшее увеличение интенсивности выборки вызывало снижение ее, при этом повышался прирост хозяйственно-ценной хвойной части древостоя, за которой проводился уход. В чистых сосновых древостоях рубки ухода умеренной интенсивности заметного влияния на производительность не оказали либо снижали ее. Рубки ухода рассматривались как эффективное средство регулирования и улучшения качества и состава насаждений, т.е. носили временный характер (Бузыкин, Пшеничникова, 1980).

Древесные ценозы по ряду причин имеют недостаточную плотность и вследствие этого они неполно используют лесорастительный потенциал экотопов. Анализу густоты естественных и искусственных насаждений и оценке ее влияния на биометрические показатели и продуктивность посвящено достаточно много работ. Однако в них отсутствуют данные, характеризующие свободное стояние деревьев и сильное загущение, то есть густотные ряды редуцированы, поэтому нет достаточной ясности в оценке роли густоты в продуктивности насаждений.

Реакция древесных растений на загущение нами изучалась с целью выяснения продуцирования фитомассы искусственных сосновых ценозов в 18 вариантах густоты посадок (от 0,5 до 128 тыс. экз./га). Биологический возраст сосны – 20 лет.

Эксперимент был заложен в 1982 г. в подзоне южной тайги (Большемуртинский лесхоз Красноярского края). Для посадки использовались двухлетние сеянцы. В каждом варианте высаживалось не менее 500 растений по квадратной схеме. Почвы – серые лесные, вышедшие из-под сельхозпользования.

Густота древостоя, как известно, на протяжении всей его жизни в значительной степени предопределяется его начальной густотой. При большой начальной плотности формируются очень загущенные древостои. Они характеризуются высокой напряженностью роста, низкими показателями индивидуального роста и общей продуктивности, большим отпадом тонкомера. В конечном счете, формирование древостоев в загущенном состоянии приводит неизбежно к депрессии всего насаждения, выражающейся в задержке роста и развития. Древостои с меньшей начальной густотой, как правило, имеют слабый отпад и достигают максимальных показателей индивидуальной и общей продуктивности.

При загущении лесных фитоценозов между растениями складываются неблагоприятные конкурентные взаимоотношения за использование пищевых и энергетических ресурсов местообитания. В результате создающегося несоответствия условий среды ценотическим потребностям деревьев нарушаются условия для нормального развития хвои и корней, вследствие чего растение неспособно нормально ассимилировать углекислоту, усваивать воду и растворенные в ней питательные вещества (Сукачев, 1953; Тимофеев, 1957).

Для определения фитомассы было подобрано 5 вариантов густот по состоянию на 2000 г. (спустя 18 лет после посадки): 0,4; 3,5; 9,9; 18,6 и 37,0 тыс. ств./га. Модельные деревья отбирались по классам роста из господствующей, согосподствующей и угнетенной частей древостоя (табл. 1). Показатели фитомассы приводятся в абсолютно сухом состоянии (табл. 2).

В пределах каждого варианта густот величина фитомассы отдельного дерева и его фракций находится в тесной зависимости от размеров дерева (классов роста). Чем толще ствол, тем больше абсолютные показатели массы всего дерева и его фракций. Однако в относитель-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Таксационная характеристика модельных деревьев

№ дерева	Густота, тыс. ств./га	Класс роста	Диаметр ствола, см	Высота, м	Протяженность кроны, м	Объем ствола, $дм^3$
1	37,0	I	8,0	8,0	3,9	25,7
2	37,0	III	7,0	8,5	3,2	15,4
3	37,0	Y	4,0	6,2	2,6	4,2
4	37,0	Y	2,5	6,7	2,9	2,6
5	3,5	I	14,0	8,9	5,4	62,6
6	3,5	III	9,0	8,4	4,3	28,5
7	3,5	Y	5,0	7,0	3,6	7,5
8	9,9	I	9,7	8,4	4,7	29,6
9	9,9	III	6,3	7,4	3,2	11,3
10	9,9	Y	3,3	5,8	2,1	2,9
11	18,6	I	8,1	8,4	3,4	23,2
12	18,6	III	5,8	8,05	3,2	10,1
13	18,6	Y	3,2	6,6	2,0	2,9
14	0,4	III	9,0	5,9	5,1	20,4
15	0,4	I	16,0	8,15	6,9	70,1

Таблица 2

Фитомасса модельных деревьев в абсолютно-сухом состоянии

№ дерева	Густота, тыс. ств./га	Хвоя		Ветви		Ствол		Надземная часть	
		кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
1	37,0	0,224	9,3	0,118	4,8	2,075	85,8	2,417	100
2	37,0	0,092	7,0	0,061	4,7	1,150	88,3	1,303	100
3	37,0	2,10	13,4	2,087	13,3	11,505	73,3	15,692	100
4	37,0	0,797	8,8	0,580	6,4	7,705	84,8	9,082	100
5	3,5	4,900	12,2	5,750	14,3	29,460	73,5	40,11	100
6	3,5	0,207	4,8	0,252	5,9	3,825	89,3	4,284	100
7	3,5	2,345	11,9	2,331	11,9	14,960	76,2	19,636	100
8	9,9	2,650	12,7	3,304	15,8	14,935	71,5	20,889	100
9	9,9	0,462	7,7	0,582	9,7	4,955	82,6	5,999	100
10	9,9	0,082	6,9	0,067	6,0	2,000	87,1	2,149	100
11	18,6	1,485	10,4	1,778	12,4	11,075	77,2	14,338	100
12	18,8	0,396	7,1	0,293	5,2	4,900	87,7	5,589	100
13	18,6	0,112	6,6	0,070	4,1	1,525	89,3	1,708	100
14	0,4	12,390	16,1	27,210	35,4	37,250	48,5	76,850	100
15	0,4	5,913	24,8	7,171	30,0	10,805	45,2	23,889	100

ном выражении с уменьшением диаметра ствола в массе крон деревьев возрастает доля хвои за счет уменьшения доли ветвей. Зависимость фитомассы от диаметра ствола сопровождается пропорциональным изменением показателей фитомассы всего дерева и его фракций и хорошо аппроксимируется показательным уравнением с коэффициентом детерминации 0,97–1.

С увеличением густоты индивидуальные показатели фитомассы деревьев и их фракций снижаются независимо от занимаемого ценотического положения в древостое. Так, в пределах густотного ряда от редких к загущенным, у господствующих деревьев масса хвои снизилась от 12 до 2 кг (в 6 раз), ветвей – от 27 до 2 (в 14 раз), стволов – от 37 до 11 (в 3,5 раз), вся надземная часть – от 77 до 16 (в 5 раз). Аналогичные изменения фитомассы происходят у деревьев других классов роста. Зависимость хорошо аппроксимируется степенным уравнением (R^2 = 0,89–0,99, рис. 1).

Несмотря на взаимное угнетение растений с густотой и закономерное снижение у них индивидуальной массы, в целом на единице площади фитомасса насаждений увеличивается. Так, от редких к густым вариантам масса хвои увеличилась в 5 раз, ветвей – в 2 , стволов – в 15, всей надземной части – в 8 раз. Несмотря на интенсивное накопление тонкомера с густотой и снижение темпов роста деревьев в целом продуктивность ценозов увеличивается в 8,4 раза. В 20 лет надземная масса загущенных сосновых молодняков составляет 143, редких – 17 т/га в абсолютно сухом состоянии. Зависимость фитомассы с густотой (рис.2) аппроксимируется следующими степенными уравнениями:

хвоя $Y = 4{,}2383x^{0{,}288}$, $R^2 = 0{,}8783$;

ветви $Y = 6{,}1724x^{0{,}154}$, $R^2 = 0{,}9718$;

ствол $Y = 15{,}177x^{0{,}5966}$, $R^2 = 0{,}9754$;

вся надземная часть $Y = 26{,}841x^{0{,}4683}$, $R^2 = 0{,}9679$.

Густота насаждений влияет не только на запас фитомассы. С изменением плотности происходят некоторые перестройки в морфоструктуре кроны деревьев. В зависимости от занимаемого положения деревьев в ценозе изменяется характер охвоенности побегов с изменением плотности насаждений.

Как видно из табл. 3, в сомкнутом насаждении независимо от занимаемого положения деревьев в ценозе проявляется довольно отчетливая тенденция увеличения массы хвои от верхней части кроны к нижней, а ветвей, наоборот, от нижней к верхней.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 3

Соотношение хвои и ветвей в кроне деревьев разного ценотического положения в зависимости от густоты насаждений, %

Густота, тыс. ств./га	Верхняя часть кроны		Средняя часть кроны		Нижняя часть кроны		Вся крона	
	Хвоя	Ветви	Хвоя	Ветви	Хвоя	Ветви	Хвоя	Ветви
Деревья I класса роста								
0,4	62,9	37,1	48,8	51,2	17,4	82,6	31,3	68,7
3,5	55,6	44,4	54,0	46,0	37,5	62,5	46,0	54,0
9,9	54,7	45,3	58,0	42,0	31,7	68,3	44,5	55,5
18,6	55,1	44,9	61,1	38,9	43,6	56,4	45,5	54,5
37,0	54,7	45,3	57,2	42,8	49,7	50,3	53,9	46,1
Деревья III класса роста								
0,4	55,9	44,1	49,5	50,5	39,5	60,5	45,2	54,8
3,5	60,6	39,4	60,4	39,6	45,5	55,0	50,1	49,9
9,9	53,9	46,1	55,2	44,8	33,7	66,3	44,2	55,8
18,6	66,2	33,8	60,4	39,6	46,2	53,8	57,5	42,5
37,0	66,7	33,3	72,6	27,4	55,4	44,6	65,5	34,5
Деревья V класса роста								
3,5	71,2	28,8	59,5	40,5	51,2	48,8	45,1	54,1
9,9	76,4	23,4	67,0	33,0	43,2	56,8	55,0	45,0
18,6	74,5	25,5	67,2	32,8	56,7	43,3	61,5	38,5
37,0	74,9	25,1	65,8	34,2	48,4	51,6	60,2	39,8

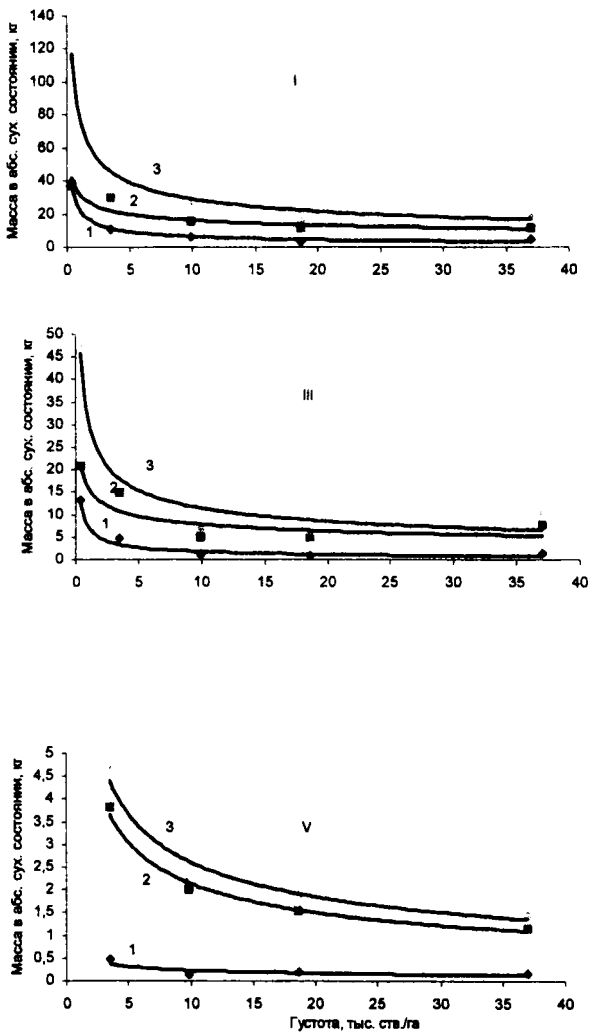


Рис. 1. Изменение фитомассы деревьев разного ценотического положения в зависимости от густоты: *1* – крона, *2* – ствол, *3* – вся надземная часть. I, III, V – классы роста деревьев

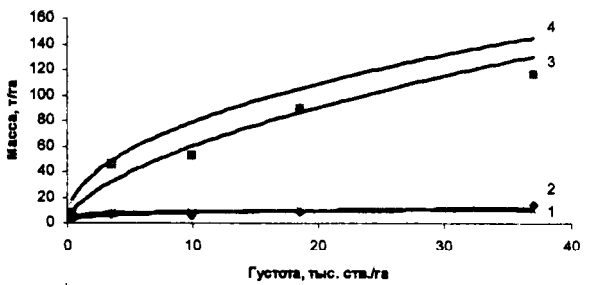


Рис. 2. Зависимость фитомассы сосновых ценозов от густоты: *1* – хвоя, *2* – ветви, *3*– ствол, *4* – вся надземная часть

Верхняя часть кроны лидирующих деревьев в свободном стоянии, а также нижняя часть крон отставших в росте деревьев в ценозе не реагируют на густоту.

Морфоструктура деревьев сосны, произрастающих одиночно и в древостое, значительно различается. У деревьев свободного стояния масса древесины в среднем снижена в 1,7 раза, а хвои и ветвей накоплено больше соответственно в 2 и 3 раза по сравнению с деревьями в древостое (рис. 3).

В сомкнутых ценозах разница в относительном содержании фракций фитомассы по мере загущения не столь заметна: содержание хвои колеблется в пределах 12–10%, ветвей – 14–8 и стволовой древесины – 76–82%.

В среднем по всем вариантам густот, от одиночного стояния к загущенному, доля стволовой древесины возрастает с 47 до 82%, доля ветвей снижается с 33 до 8%, хвои с 20 до 10%, то есть увеличение плотности обусловливает перераспределение фракций в древостое за счет увеличения доли стволовой древесины и снижения кроновой (см. рис. 3).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

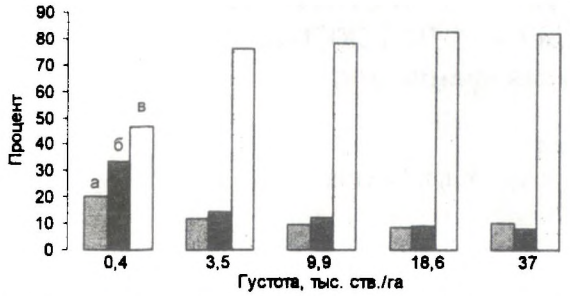


Рис. 3. Соотношение хвои (*а*), ветвей (*б*) и ствола (*в*) в сосновых ценозах разных густот

Итоговым показателем условий роста насаждений служит эффективность работы ассимиляционного аппарата. Как известно, продуктивность работы последнего для древесных пород определяется как отношение прироста органического вещества к массе листьев (хвои) (Burger, 1953).

По отношению массы стволовой древесины к массе хвои в момент наблюдений можно в какой-то мере утверждать об уровне фото- и биосинтетической деятельности насаждений, растущих в разных режимах густоты. Выяснилось, что у свободно растущих деревьев эффективность работы ассимиляционного аппарата примерно в 3 раза ниже, чем у деревьев в ценозе (табл. 4).

Таблица 4

Эффективность работы хвои

Классы роста деревьев	Густота, тыс. ств./га				
	0,4	1,8	5,7	22,6	49,7
I	3,01	6,01	5,64	7,46	5,49
II	1,83	6,48	10,72	12,37	9,26
III	–	18,48	24,39	13,56	12,51
Весь древостой	2,33	6,47	8,40	9,8	8,18

Так, на единицу массы хвои в редких посадках приходится 3 единицы массы ствола, а в загущенных – 9–10. В плотных древостоях хвоя «работает» в крайне напряженном и экономном режиме на пределе адаптационных возможностей, нередко лишь на образование ассимиляционного аппарата. В конечном счете, когда эти возможности исчерпываются, наступает элиминация отставших в росте деревьев.

Таким образом, густота оказывает решающее влияние на накопление фитомассы и ее фракций, вызывает перестройку морфоструктуры кроны и всей надземной части деревьев и ценозов и определяет продуктивность работы ассимиляционного аппарата и общую биологическую продуктивность древостоев.

Литература

Бузыкин А.И., Дашковская, И.С., Пшеничникова Л.С., Суховольский В.Г. Реакция сосновых древостоев на дополнительное азотное питание // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. Тула: Гриф и К°, 2001. С. 398–400.

Георгиевский Н.П. Рубки ухода за лесом. М.; Л., 1957. 144 с.

Давыдов А.В. Рубки ухода за лесом. М., 1971. 184 с.

Пшеничникова Л.С. Лесоводственная эффективность азотных удобрений в сосняках Приангарья // Лесное хозяйство. № 1. 1999. С. 40–42.

Сукачев В.Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений // Сообщ. Ин–та леса АН СССР. 1953. Вып. 1. С. 5–44.

Тимофеев В. П. Густота и ярусность лесных насаждений как условие их продуктивности // Достижения науки в лесном хозяйстве СССР за 40 лет. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. С. 109–142.

Burger H. Holz, Blattmenge und Zuwachs. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen. 1953. 29. H I. S. 38–130.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПОЧВЫ ДОЛИНЫ СРЕДНЕГО ЕНИСЕЯ В СИСТЕМЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
(ландшафтно-экологическая ординация)

В.М. Телеснина
Московский государственный университет, г. Москва
taimyr@orc.ru

Проблема оценки взаимосвязи почвенного и растительного покровов и ландшафтно-экологической классификации лесных почв существует достаточно давно и до сих пор остается в определенной степени открытой. В целом можно разделить имеющийся в настоящее время материал, касающийся этой проблемы, на четыре группы: собственно фитоиндикация (Крюденер, 1903; Раменский и др., 1956; Цыганов, 1983), влияние свойств почв на продуктивность лесных экосистем (Вайчис, 1975, 1980; Viro, 1961; Mader, 1976), влияние лесной растительности на свойства почв (Ткаченко, 1939; Роде, 1954; Ремезов, Погребняк, 1965; Карпачевский, 1981, 1996), и, наконец, классификация лесных экотопов по почвам (Погребняк, 1955; Зеликов, 1971; Чертов, 1981). В настоящей работе предполагалось выяснить, какие почвенно-химические и морфологические свойства в наибольшей степени связаны с особенностями растительности и могут быть в определенной мере индицированы ею, а также выявить на основе имеющихся данных об особенностях увлажнения и почвенных свойствах (морфологических и химических) почвенно-экологические группы, характерные для долины Среднего Енисея, и увидеть, насколько они соответствуют растительным сообществам и положению в литолого-геоморфологической структуре долины. Исследования проводились на территории Центральносибирского заповедника (Туруханский район Красноярского края) в районе ст. Мирное. Почвенный покров изучаемой территории весьма разнообразен по причине разнообразия почвообразующих пород и форм рельефа. На повышенных хорошо дренированных элементах рельефа развиты подзолистые (на супесях) и дерново-подзолистые слабо дифференцированные (на суглинках) почвы. Менее распространены песчаные подзолы. На слабо дренированных склонах развиты болотно-подзолистые почвы, поверхностно-оглеенные (на суглинках) и грунтово-оглеенные (на супесях и песках). В бессточных понижениях развиты болотные почвы, из которых более распространены болотные верховые и переходные. В обширной притеррасной части поймы Енисея распространены аллювиальные болотные почвы, в центральной, развитой фрагментарно, – аллювиальные луговые, в прирусловой – аллювиальные дерновые. Методом трансектных маршрутов выделено 16 наиболее распространенных почв, соответствующих определенным фитоценозам.

При характеристике особенностей растительности использовалось понятие трофности (Раменский и др., 1956; Соболев, 1988), являющееся интегральным показателем лесорастительных условий почв, оцениваемым по составу фитоценоза. Методом ранговой корреляции установлено, что трофность имеет наиболее тесную связь с C/N и потерей при прокаливании верхнего органогенного горизонта, в меньшей степени – с актуальной и гидролитической кислотностью и суммой обменных оснований. Затем с помощью кластерного анализа был обработан массив соответствующих аналитических данных по всем изучаемым почвам, в результате чего получились четыре совокупности почв. Далее, на основе этих совокупностей, но с поправкой на морфологические особенности почв и ряд химических свойств, не учтенных при кластерном анализе, выделены почвенно-экологические ряды почв в системе почвенно-растительных комплексов (олиготрофный, мезотрофный, эвтрофный и ультраэвтрофный). Внутри рядов по характеру увлажнения (атмосферное неизбыточное, атмосферное избыточное, грунтовое неизбыточное, грунтовое избыточное) выделены более мелкие категории почв – группы (всего – 9). Таким образом, составлена ландшафтно-экологическая ординация почв в системе почвенно-растительных комплексов (таблица). Кратко охарактеризуем особенности почв и отражаемые ими особенности биогеоценозов каждого ряда, т.е. закономерности внутри построенной ординационной схемы. Олиготрофный ряд включает самые бедные почвы – песчаный подзол и болотные верховые. Органическое вещество всех этих почв слабо разложено (ППП составляет более 90%), обогащенность азотом низкая – C/N более 30. На неблагоприятные лесорастительные условия указывает абсолютное преобладание олиготрофных видов и ацидофилов. К мезотрофному ряду относятся как автоморфные подзолистые и дерново-подзолистые почвы, так и их полугидроморфные варианты – атмосферно- и грунтово-оглеенные, т.е. увлажнение оптимальное или относительно близкое к оптимальному. Почвы в целом слабокислые (pH 4,2–5,2), потеря при прокаливании лесных подстилок составляет 85–94%, C/N 16–24,8. Поверхностно-заболоченная группа включает поверхностно-оглееную болотно-подзолистую почву кислую, но в большей степени обогащенную азотом и обменными основаниями, чем торфяные болотные верховые или песчаный подзол. Кроме того, тип гумуса (Определение типов гумуса..., 1974) относится к торфянисто-грубогумусному – мощность оторфованной подстилки относительно небольшая. К лесной дренированной группе относятся автоморфные подзолистые и дерново-подзолистые почвы кедровых лесов, сформированные на супесях или суглинках, имеющие модергрубогумусный тип строения органопрофиля. К следующей группе была отнесена грунтово-оглеенная болотно-

Таблица

Ландшафтно-экологическая классификация почв в системе почвенно-растительных комплексов долины Среднего Енисея и прилегающих территорий

Ряд	Группа	Основной разрез	Положение в рельефе	Почвообразующая порода	Характер увлажнения	Почва	Тип органопрофиля	Химические свойства, связанные с особенностями растительности (верхний горизонт)			Растительность наземных ярусов	
								pH (вод.)	ППП, %	C/N	Доминант	Содоминант
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Олиготрофный	Болотная верховая	63	Термокарстовое понижение	Верховой торф, подстил. низинным	Атмосферное избыточное	Болотная верховая	Торфяный	3,9	98,9	36,1	Сфагновые мхи	Клюква
		42	Бессточное понижение					4,2	98,3	40,1	Сфагновые мхи	Водяника
	Лесная дренированная	61	Склон	Древне-аллюв. пески	Атмосферное неизбыточное	Подзол песчаный	Малогумусный	4,8	96,7	34,3	Брусника	
Мезотрофный	Поверхностно-заболоченная	46	Склон с. в. экспозиции	Покровные суглинки	Атмосферное избыточное	Болотно-подзолистая пов. оглеенная	Торфянисто-грубогумусный	4,2	93,1	24,8	Мхи гипновые	Черника
	Лесная дренированная	47	Вершина холма	Моренные суглинки	Атмосферное неизбыточное	Дерново-подзолистая	Модергрубогумусный	4,9	88,2	22,4	Хвощ лесной	Мхи гипновые
		59	Выровненный участок террасы	Древне-аллюв. супесь		Подзолистая		5,2	85,7	22,9	Черника	Мхи гипновые
		45	Склон ю. з. экспозиции	Покровные суглинки		Дерново-подзолистая		5,2	87,5	27,7	Брусника	Венерин башмачок

Digital Library (repository) of Tomsk State University http://vital.lib.tsu.ru

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Мезотрофный	Грунтово-заболоченная	67	Склон	Древне-аллюв. супесь	Грунтовое избыточное	Бол.-подзолистая гр. оглеенная	Торфянисто-перегнойный	4,6	94,2	16,1	Осока острая	Хвощ лесной
Эвтрофный	Болотная низинная	62	Термокарст. понижение	Низинный торф, подст. суглинком	Грунтовое избыточное	Болотная низинная		4,9	90,4	12,8	Бело-крыльник болотный	
		68	Понижение рельефа				Перег-нойный	5,2	58,9	17,0	Осока острая	–
	Пойменная заболочен-ная	48	Притеррасная пойма	Аллюви-альные суглинки	Грунтовое избыточное	Аллювиальная болотная	Перег-нойный	4,8	34,6	17,5	Вейник Лангсдорфа	Кочедыжник женский
		44						5,5	45,5	14,2	Осока дернистая	Вейник Лангсдорфа
Ультраэвтрофный	Пойменная заболоченная	36	Притеррасная пойма	Аллюв. суглинки	Грунтовое избыточное	Аллюв. болотная	Влажно-мулевый	7,3	22,1	6,7	Крапива	–
	Пойменная дренированная	49	Прирусловая пойма	Аллюв. иловатая супесь	Грунтовое неизбыточное	Аллюв. дерновая	Дерновый	7,0	–	6,8	Крапива	Вейник Лангсдорфа
		35	Центральная пойма	Аллюв. суглинки		Аллюв. луговая		7,2	–	7,4	Пырей ползучий	Крапива
		50	Прирусловая пойма	Аллюв. супесь		Аллюв. дерновая		7,3	–	6,8	Пырей ползучий	Горошек заборный

Digital Library (repository) of Tomsk State University http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

подзолистая почва – полугидроморфный вариант подзолистой почвы, представленной разрезом 59. Она довольно кислая, лесная подстилка низкозольная, но вместе с тем органопрофиль относится к торфянисто-перегнойному типу, и органическое вещество сильно обогащено азотом. Все почвы эвтрофного ряда расположены в пониженных элементах рельефа в пределах первой террасы или притеррасной поймы, и в почвообразовании, как правило, участвуют грунтовые воды, расположенные на глубине 42–50 см. Кроме того, в случае почв, представленных разрезами 48 и 44, имеет место периодическое поступление тонкого аллювиального материала, богатого питательными элементами. Тип органопрофиля – перегнойный или торфянисто-перегнойный. Показатели актуальной кислотности (pH) варьируют от 4,8 до 5,5, гидролитическая – 16–59 мэкв./100 г. Содержание обменного кальция очень низкое в почве низинно-переходного болота (разрез 62), но в остальных составляет 74–90 мэкв./100 г, что связано как с влиянием грунтовых вод, так и с поступлением аллювия в почвы притеррасной поймы. Так как органогенные горизонты представлены средне- или сильно разложенным органическим веществом, потеря при прокаливании очень низкая (кроме разреза 62), а обогащенность азотом высокая (C/N составляет 12–17). В ультраэвтрофный ряд входят только аллювиальные почвы, нейтральные (pH 7 и больше), насыщенные основаниями, обогащенные азотом (C/N 6–7), что обусловлено периодическим поступлением аллювия, влиянием грунтовых вод (разрезы 36, 35), а также травянистой растительностью, играющей огромную роль во внутрипочвенном накоплении органического вещества.

Видно, что по химическим свойствам наиболее дискретно выделяются из всего массива исследуемых почв крайние ряды – олиготрофный и ультраэвтрофный. В олиготрофном ряду оказались болотные верховые почвы и песчаные подзолы, т.е. соответствующие экстремальным условиям увлажнения – избыточному и недостаточному. Мезотрофный ряд включает «зональные» таежные почвы и их полугидроморфные варианты. В эвтрофный ряд входят уже только почвы, характеризующиеся постоянным грунтовым переувлажнением – болотные низинные и аллювиальные болотные (левый берег). Наконец, ультраэвтрофный ряд включает только пойменные аллювиальные почвы, характеризующиеся периодическим привносом аллювия.

Интересно рассмотреть полученные ряды и группы почв в плане комплексов элементарных почвенных процессов, особенно биогенно-аккумулятивной группы. Почвы олиготрофного ряда характеризуются практически отсутствием гумусонакопления, а только торфообразованием или подстилкообразованием. В почвах мезотрофного ряда наряду с подстилкообразованием появляется в некоторой степени гумусонакопление. Там, где есть травянистая растительность (разрез 45) – может быть выражен дерновый процесс. В гидроморфных почвах мезотрофного ряда слабо выражено торфообразование. В почвах эвтрофного ряда торфообразование и (или) гумусообразование сочетаются с гидрогенно-аккумулятивными процессами и грунтовым оглеением, в почвах ультраэвтрофного – появляется хорошо диагностируемый дерновый процесс, и, как следствие, внутрипочвенное гумусонакопление. В построенной группировке почв наблюдаются определенные закономерности, касающиеся растительности, особенно наземных ярусов (рис. 1). В биогеоценозах, соответствующих олиготрофному ряду, наземные ярусы представлены мхами, главным образом сфагновыми, и олиготрофными ацидофильными кустарничками. В мезотрофном – появляются хвощи, осоки и разнотравье, покрытие же мхов и кустарничков составляет в среднем 50%. В эвтрофном ряду мхи исчезают и доминирует разнотравье. В ультраэвтрофном – среди разнотравья до 25% покрытия составляют нитрофильные виды, такие как крапива двудомная, селезеночник очереднолистный и др. Изученные почвы и их свойства отражают не только связь с определенными типами растительности, но и положение в ландшафте. Почвы олиготрофного ряда сходны с почвами флювиогляциального ландшафта, который характерен для более западных территорий, примыкающих к долине Енисея, и является в определенной степени интразональным – сочетания подзолов, болотно-подзолистых грунтово-оглеенные песчаных и болотных верховых, для которых характерна повышенная кислотность, обедненность азотом и элементами питания. Сами флювиогляциальные отложения в этой части долины Енисея отсутствуют, но присутствуют аналогичные им «фрагменты» – песчаные холмы (разрез 61), являющиеся останцами флювиогляциальных потоков, и обширные бессточные котловины с верховыми болотами (разрез 42). Все эти почвы очень бедны по причине бедных питательными элементами почвообразующих пород при отсутствии грунтового подтока, а также низкой зольности растений-эдификаторов. Почвы мезотрофного ряда имеют наибольшее распространение в пределах террас и, возможно, прилегающих водораздельных территорий. Почвообразующие породы, как правило, более богаты (супеси и суглинки) и не благоприятствуют контрастному гидротермическому режиму. Почвы соответствуют зональным таежным лесам разной степени увлажненности (автоморфного и полугидроморфного рядов), где лес образуют кедр и мелколиственные породы, а наземный ярус – мохово-травяно-кустарничковый, иногда с участием трав. Эвтрофный ряд включает только интразональные биогеоценозы, лесные и болотные, почвы которых характеризуются гидроморфизмом грунтового происхождения и соответствуют геохимически подчиненным ландшафтам. Почвы ультраэвтрофного ряда относятся к наименее обводненным участкам пойм у русла реки, где сочетаются периодические поступления аллювия, отсутствие застойного увлажнения и воздействие обильной травяной растительности на почвообразование.

Итак, в построенной ландшафтно-экологической системе выявлен ряд закономерностей при переходе от олиготрофного ряда к ультраэвтрофному. Происходит постепенная смена мохово-кустарничковых сообществ травяными, ацидофильных видов – нитрофильными. Геохими-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

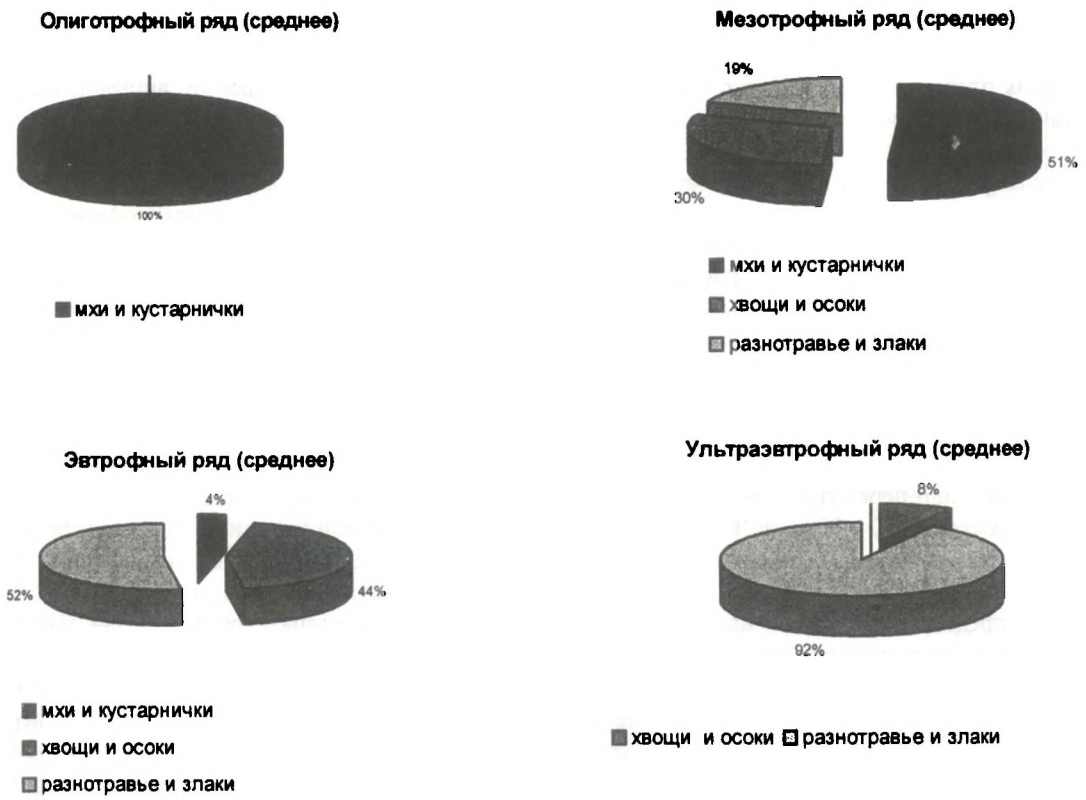


Рис. 1. Проективное покрытие разных групп растений травяно-кустарничковых и мохово-лишайниковых ярусов в фитоценозах, соответствующих разным рядам ландшафтно-экологической ординации

чески автономные почвы сменяются геохимически подчиненными. Меняется положение почв в литолого-геоморфологической структуре долины и прилегающих территорий – переход от олиготрофного ряда к ультраэвтрофному соответствует переходу от отдаленно прилегающих к Енисею территорий к наименее обводненной части поймы. Внутри рядов происходят закономерные изменения морфологических и химических свойств почв от переувлажненных к оптимально-увлажненным, от атмосферно увлажняемых к грунтово-увлажняемым, а также от почв мохово-кустарничковых лесных сообществ к почвам кустарничково-травяных и травяных.

Литература

Вайчис М.В. Генезис и свойства лесных почв южной Прибалтики. Вильнюс, 1975. 411 с.

Вайчис М.В. Комплексный метод лесорастительной оценки лесных почв // Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности. Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1980. С. 33–34.

Зеликов В.Д. Почвы и бонитет насаждений. М.: Лесная промышленность, 1971. 119 с.

Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М., 1981. 263 с.

Карпачевский М.Л. Изменение свойств почв в связи с сукцессионной динамикой таежных экосистем после пожаров и рубок: Дис... канд. биол. наук. М., 1996. 127 с.

Крюденер А.А. Опыт группировки почвенного покрова в связи с местоположением, почвой, инсоляцией и возобновлением под пологом и на лесосеках // Лесной журнал. 1903. Вып. 6. С. 1430–1468.

Определение типов гумуса лесных почв. Методические указания. Л., 1974. 15 с.

Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев, 1955. 452 с.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956. 470 с.

Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. М.: Лесная промышленность, 1965. 323 с.

Роде А.А. О возможной роли растительности в подзолообразовании // Почвоведение. 1944. № 4–5. С. 159–179.

Соболев Л.Н. Эколого-геоботанический очерк долины среднетаежного Енисея // Охрана и рациональное использование фауны и экосистем Енисейского Севера. М., 1988. С. 117–155.

Ткаченко М.Е. Влияние отдельных древесных пород на почву // Почвоведение. 1939. № 10. С. 3–16.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.

Чертов О.Г. Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 190 с.

Mader P.L. Soil-site productivity for natural stands of white pine in Massachusetts // Soil. Sci. Soc. Amer. J. 1976. Vol. 40, № 1. P. 112–115.

Viro P.J. Evaluation of site fertility // Unasylva. 1961. Vol. 15, № 2. P. 91–97.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

И.А. Бех, С.В. Бокша, А.Я. Волочий, В.В. Читоркин
Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
root@ienc.tomsk.ru

Томская область – одна из самых лесных областей России. По материалам учета на 1 января 2000 г. лесной фонд занимает 28670,9 тыс. га или 91% территории области. Федеральные леса или леса Государственного лесного фонда составляют 26715,7 тыс. га, леса на землях сельскохозяйственного назначения – 1155,4, на землях запаса – 742,3, на землях населенных пунктов – 27,9 и на прочих землях – 29,6 тыс. га. Лесистость территории 58,2%.

Покрытая лесом площадь федеральных лесов составляет 17290,8 тыс. га. В составе не покрытых лесом земель (327,7 тыс. га) преобладают гари и погибшие насаждения, которые занимают 185,1 тыс. га и необлесившиеся вырубки – 97,9 тыс. га. Нелесная площадь представлена преимущественно болотами – 8620,9 тыс. га, угодьями (пашни, сенокосы, пастбища, воды) – 350,6 тыс. га, дорогами, просеками и усадьбами – 42,2 тыс. га, а также песками и оврагами – 54,9 тыс. га.

В пределах федерального лесного фонда леса I группы занимают 1445,2 тыс. га, из них леса, имеющие научное значение, – 4; зеленые зоны городов и рабочих поселков – 83,4; водоохранные леса – 707,2; запретные полосы по берегам нерестовых водоемов – 211,5; защитные полосы вдоль дорог – 44,5 и орехопромысловые зоны – 394,6 тыс. га. Леса II группы выделены на площади 658,5 тыс. га и III группы – 24612,0 тыс. га. Площадь лесов, возможных для эксплуатации, составляет 12425,5 тыс. га, в том числе в лесах I группы – 479,0 тыс. га, II группы – 450 и III группы – 11496,5 тыс. га.

Хвойными породами занято 10079,7 тыс. га или 58,3% покрытой лесом площади. Спелые и перестойные древостои представлены на 9390,6 тыс. га, в том числе хвойные – на 4846,4 тыс. га. Среди хвойных сосновые леса занимают – 5467,6 тыс. га, кедровые – 3584,4, пихтовые – 585,3, еловые – 437,2 и лиственничные – 8,2 тыс. га. Насаждения лиственных пород господствуют на 7211,1 тыс. га, в том числе березняки – на 5727,2 и осинники – на 1464,9 тыс. га. Общие запасы древесины определяются в 2603,7 млн м^3, в том числе хвойной – 1553,6 млн м^3 и лиственной 1049,1 млн м^3.

Наиболее продуктивными являются кедровые леса. Средний запас кедровых насаждений 204 м^3/га. В кедровниках сосредоточено 745,1 млн м^3 или 48% хвойной древесины. Второе место по продуктивности среди хвойных занимают пихтовые леса, при среднем запасе 175 м^3/га и общем – 102,6 млн м^3. Общий запас еловых лесов – 69,2 млн м^3, средний запас на гектаре – 160 м^3. Средняя продуктивность сосновых лесов – 116 м^3/га, общий запас – 635,5 млн м^3. Запасы лиственной древесины – 1050,0 млн м^3, в том числе березовой – 785,3 млн м^3 и осиновой – 263,7 м^3, при средних запасах на гектаре 137 и 180 м^3.

В результате активного освоения природных ресурсов, развития и затухания болотообразования, восстановительно-возрастной динамики древесной растительности состав, площади и запасы лесов Томской области постоянно изменяются. За период с 1956 по 2000 г. общая площадь федерального лесного фонда сократилась на 1642,6 тыс. га или на 5,8% за счет передачи земель под строительство поселков лесозаготовителей и нефтяников, дорог, линий электропередач, трасс нефте- и газопроводов. За последние 30 лет более 1020 тыс. га вырублено сплошными рубками, в том числе 850 тыс. га хвойных древостоев. Более 20 тыс. га заболоченных лесов на севере области переведено в категорию открытых болот, а 16 тыс. га обсыхающих болот заросли сосной и березой. В целом по области покрытая лесом площадь увеличилась на 128,4 тыс. га или на 0,7%, в том числе по хвойным – на 327,9 тыс. га, а по лиственным сократилась на 203,1 тыс. га. С учетом вырубленных площадей и восстановления шелкопрядников 1954–1956 гг. за 30 лет в области хвойными возобновилось 1268 тыс. га. Анализ материалов лесоустройства, естественного возобновления и лесообразовательного процесса показал, что увеличение площадей хвойных лесов на 158 тыс. га (12%) произошло за счет создания лесных культур, на 240 тыс. га (19%) – за счет сохранения хвойного подроста, зарастания болот и не покрытых лесом земель и 870 тыс. га в результате смены доминантов в ходе возрастных и восстановительных смен. До настоящего времени продолжается восстановление лесов, выгоревших в конце XIX и в начале XX вв. Гари первоначально заросли березой и осиной, которые в настоящее время сменяются елью, пихтой и кедром. По этой причине площадь темнохвойных лесов ежегодно увеличивается в среднем на 29 тыс. га. Есть основание

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

полагать, что с такой интенсивностью процесс восстановления хвойных лесов будет продолжаться до 2050–2060 гг.

Согласно действующему лесному законодательству, возможные для эксплуатации леса в Томской области выделены на площади 12425,5 тыс. га с запасами 1742,7 млн м³, в том числе хвойные – 5783,3 тыс. га с запасами 749.4 млн м³. Площади спелых хвойных эксплуатационных лесов составляют 2987,5 тыс. га, запасы – 470,7 млн м³. Среди хвойных абсолютно доминируют сосняки, которые представляют 78% общих и 75% запасов спелых эксплуатационных хвойных лесов. Средняя продуктивность – 122 м³/га, а по спелым – 145 м³/га, что ниже показателей других хвойных и основных лиственных пород. Это объясняется тем, что в эксплуатационный фонд включено 46% травяно-болотных и сфагновых сосняков V–Va классов бонитета с запасами 60–70 м³/га. Продуктивные сосновые насаждения разнотравной, зеленомошной и лишайниковой групп типов леса занимают 2595 тыс. га с запасами 495 млн м³. Средние запасы продуктивных сосновых лесов – 190 м³/га, в том числе спелых – 234 м³/га.

Заболоченность еловых лесов – 23%. Продуктивные, возможные для эксплуатации еловые древостои разнотравной и зеленомошной групп типов леса, занимают 311,4 тыс. га с запасами 49,8 млн м³, при средней продуктивности 164 м³/га. Площадь спелых эксплуатационных ельников – 222,8 тыс. га, запасы – 42,3 млн м³, продуктивность – 191 м³/га. Спелые и перестойные пихтовые леса занимают 312,9 тыс. га и концентрируют 72,2 млн м³ древесины, на 35% площади представлены насаждениями разнотравной группы типов леса и на 65% – зеленомошной. Среди возможных для эксплуатации хвойных пихтачи являются наиболее продуктивными. Средний запас на гектаре составляет 174 м³, а в спелых насаждениях – 231 м³/га.

Лиственничные эксплуатационные леса на севере области встречаются мелкими разрозненными насаждениями зеленомошного типа леса. На юге древостои лиственницы повсеместно вытеснены на заболоченные земли и представлены травяно-болотным и сфагновым типами леса. Общая площадь эксплуатационных лиственничников – 7,4 тыс. га, запасы – 1,1 млн м³. Площадь спелых насаждений – 5,2 тыс. га, запасы – 0,8 млн м³. Площадь продуктивных лиственничных лесов – 3,2 тыс. га, запасы древесины – 0,5 млн м³.

Возможные для эксплуатации березовые леса занимают 5321,6 тыс. га, из которых спелые и перестойные составляют 3875,9 тыс. га. Запасы древесины исчисляются в 749,3 млн м³, в том числе спелой – 671,8 млн м³. Средние запасы на гектаре насаждений со среднестатистической полнотой (0,64) – 141 м³, спелых – 173 м³/га. Эксплуатационные древостои с полнотой 0,8–0,9 имеют запасы 240–260 м³/га, а максимальные запасы в березовых лесах отмечены в 300–320 м³/га. В целом Томская область обладает огромными, перспективными для освоения запасами березовой древесины практически на всей территории.

Осиновые эксплуатационные леса занимают около 1318,8 тыс. га, запасы древесины составляют 243,9 млн м³. Спелые осинники на площади 959,9 тыс. га продуцируют 217,8 млн м³ древесины. Несмотря на то, что заболоченность осиновых лесов не превышает 2,6%, по товарности и качеству древесины осинники повсеместно уступают березе. Это объясняется тем, что большинство осиновых лесов являются производными, сформировались на вырубках и гарях хвойных насаждений, на не свойственных для осины экотопах, рано повреждаются гнилями и в последующем сменяются коренными породами. Перспективные для освоения осинники находятся в основном на юге области в районах произрастания пихтовых лесов.

К сожалению, возможные объемы лесопользования до настоящего времени исчисляются по единым федеральным нормативам, не учитывают экономические, природные и социальные особенности регионов, что в большинстве случаев приводит к необоснованному завышению расчетной лесосеки. По мере совершенствования оценки лесных ресурсов годичная лесосека постоянно изменялась с тенденцией к снижению. Так, в 1960 г. ежегодный расчет пользования определялся в 65,8 млн м³, в 1980 г. составлял 33,1, в 1995 г. – 29,6 и в 2000 г. – 26,9 млн м³. По мере общего сокращения расчетной лесосеки увеличивалась ее лиственная составляющая. В 1960 г. лиственные составляли 49,8% расчетной лесосеки, в 1980 г. – 60,7%, в 1995 г. – 74,8% и в 2000 г. – 73,2%.

Максимальные объемы лесопользования в лесах области были достигнуты во второй половине 70-х гг. В дальнейшем, до 1990 г. они постепенно снижались и резко сокращаются в последние 10 лет. В 1965 г. в области было заготовлено 8382,2 тыс. м³ древесины, в том числе хвойной 7073,7 тыс. м³. Расчетная лесосека использована на 12,7%, а по хвойному хозяйству – на 23,1%. В 1980 г., несмотря на абсолютное снижение лесозаготовок до 7355,2 тыс. м³, в том числе хвойных – до 4133,2 тыс. м³, использование расчетной лесосеки, ввиду ее снижения с 65,8 до 33,1 млн м³, повысилось до 21,4% и по хвойному хозяйству – до 30,6%. В 1995 г. общий объем рубок сократился до 2425,2 тыс. м³, а по хвойным – до 1779,6 тыс. м³, расчетные объемы лесозаготовок использованы на 8,1 и 23,8%.

После 1995 г. объемы лесопользования продолжали снижаться. В 2000 г. в федеральном лесном фонде области заготовлено 1603,7 тыс. м³ древесины, в том числе деловой – 1068 тыс. м³. Заготовки хвойной древесины составили 1125 тыс. м³, из них деловой – 810,6 тыс. м³. По лиственному хозяйству заготовки сократились с 645,8 тыс. м³ в 1995 г. до 478,7 тыс. м³ в 2000 г., а за период с 1980 по 2000 г. объемы рубок в лиственных лесах сократились в 6,7 раза.

Крайне негативное влияние на лесопользование оказало распоряжение Совета Министров РСФСР от 30.12.89 г. № 2281, запретившее рубки главного пользования в кедровых лесах. Указанное распоряжение практически вывело из хозяйственного освоения наиболее

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ценную и продуктивную часть лесных ресурсов и привело к огромным материальным убыткам, о чем свидетельствуют оставленные на вырубках и разрушающиеся кулисы. Выборочное хозяйство в кедровых лесах невозможно из-за низких полнот насаждений и высокой влажности грунтов. Выборочные рубки, даже слабой интенсивности, повсеместно приводят к ветровалу и массовому усыханию древостоев.

По предложению и при активной поддержке Администрации Томской области Филиалом Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН в 2000 г. разработаны «Временные правила рубок промежуточного пользования в кедровых лесах и в лесах с участием кедра (потенциальные кедровники) Томской области». Федеральной службой лесного хозяйства указанные «Правила...» утверждены в качестве регионального нормативного документа, в настоящее время проходят широкую опытно-производственную проверку и внедрение в лесозаготовительных предприятиях области.

Решение кедровой проблемы предлагается через организацию дифференцированного лесопользования и лесовосстановления на основе комплексной оценки кедровых лесов согласно «Руководству по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах» (М., 1990). В зависимости от состояния древостоев, этапа восстановительно-возрастной динамики, комплексной оценки и типа комплексного пользования, в кедровых лесах области рекомендуются: сплошные и постепенные реконструктивные рубки, рубки ухода за плодоношением, рубки освобождения (обновления), рубки формирования (переформирования), рубки ухода и санитарные рубки.

В кедровниках лесореконструктивного типа комплексного пользования до 160-летнего возраста проводятся рубки ухода и санитарные рубки. В насаждениях старше 160 лет рекомендуются преимущественно сплошные реконструктивные рубки. Равномерно-постепенные и группово-постепенные рубки возможны в высокополнотных кедровниках, с полнотой 0,8 и выше, при наличии под их пологом угнетенного подроста и молодого поколения кедра на участках, где после разреживания кедр может улучшить свое жизненное состояние.

В кедровниках лесохозяйственного комплекса в возрасте до 160 лет преобладают рубки ухода за плодоношением, в возрасте 160–240 лет проводятся проходные рубки, а древостои старше 240 лет, при намечающихся признаках распада, переводятся в лесореконструктивный комплекс и вырубаются сплошными реконструктивными рубками. В лиственных молодняках и насаждениях старшего возраста с достаточным количеством подроста и молодого поколения кедра под их пологом (потенциальные кедровники) проводятся рубки переформирования или освобождения и рубки формирования целевых кедровников.

В насаждениях селекционно-семенного типа пользования предлагаются рубки ухода за плодоношением и рубки формирования древостоев селекционного назначения. В кедровниках особозащитного типа комплексного пользования – все виды рубок ухода и санитарные рубки. Смешанные пихтово-елово-кедровые насаждения, в которых кедровая часть древостоя представлена немногочисленными перестойными деревьями, при отсутствии молодого поколения и достаточного подроста кедра, при наличии до 3–4 единиц кедра по запасу, но менее 1 единицы по числу учетных деревьев, – вырубаются в порядке рубок главного пользования с соблюдением требований, предъявляемых к пихтовым и еловым лесам.

По результатам комплексной оценки в области реконструктивными рубками возможно освоить 1188 тыс. га кедровых лесов с запасами 290 млн м^3 при ежегодных объемах более 2 млн м^3. Площадь высокополнотных кедровников в пределах лесохозяйственного и селекционно-семенного типов комплексного пользования, нуждающихся в проведении рубок ухода, составляет около 36 тыс. га. Запасы насаждений изменяются в пределах 260–340 м^3/га. Возможный объем выборки с гектара – 35–50 м^3, что на нуждающейся в уходе площади составит 1,66 млн м^3. Возможный ежегодный размер пользования – 165 тыс. м^3. Значительные объемы кедровой древесины могут быть заготовлены в порядке санитарных, в том числе сплошных санитарных рубок.

В целом, лесной фонд области характерен преобладанием спелых и перестойных насаждений (54,6%), что указывает на большие потенциальные возможности организации лесопользования. Средний годовой прирост древесины составляет 27,4 млн м^3, в том числе в хвойных лесах – 13,2 и в лиственных – 14,2 млн м^3. В результате постоянного недоиспользования расчетной лесосеки накапливаются перестойные насаждения, снижается товарность и увеличивается захламленность эксплуатационных лесов.

Как известно, в расчетные объемы лесопользования лесоустройством включены все возможные для эксплуатации леса с запасами древесины более 50 м^3/га, в том числе и небольшие участки, расположенные среди болот. На севере области такие участки составляют от 10 до 25% эксплуатационных лесов и в своем большинстве недоступны для промышленного освоения. По данным областной целевой программы «Развитие лесопромышленного комплекса Томской области на 2001–2010 годы», доступная для освоения в ближайшие годы расчетная лесосека составляет 18,9 млн м^3, в том числе по сосне, ели и пихте – 3,9; березе и осине – 15 млн м^3. Дополнительно по кедровому хозяйству ежегодно возможно осваивать 2,0–2,5 млн м^3.

Наиболее доступными и перспективными для освоения в области являются березовые и кедровые леса. Продуктивные сосновые насаждения сохранились на северо-востоке, а пихтовые – на юго-востоке области. Основная часть возможных для освоения березовых и кедровых лесов расположена на транспортно освоенных территориях и не требует большого дорожного строительства. Поэтому вовлечение в эксплуатацию и комплексное освоение березовых и кедровых лесов является первоочередной задачей развития лесопользования в лесном фонде области.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕНОГО ФОНДА ГОРОДА ТОМСКА

*А.М. Данченко, **И.А. Бех
*Томский государственный университет, г. Томск
**Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
root@ienc.tomsk.su

Обследование и оценка состояния зеленых объектов города, выполненные сотрудниками и студентами кафедры лесоведения и зеленого строительства ТГУ, показали, что большинство естественных и искусственных насаждений, в пределах селитебной застройки, находятся в угнетенном состоянии, а в ряде случаев близки к разрушению. В городе ощущается недостаток благоустроенных зеленых насаждений общего пользования, требует реконструкции значительная часть уличных и внутриквартальных посадок.

Основными причинами неудовлетворительного состояния зеленых насаждений являются: ограниченный и не всегда удачный ассортимент используемых в озеленении древесных видов, создание искусственных насаждений без предварительного проектирования и учета требований зеленого строительства, недостаток, а зачастую и отсутствие ухода за посадками. В городе нет крупных парков и лесопарков, а имеющиеся городские сады и скверы в большинстве не отвечают своему статусу. По обеспеченности жителей города насаждениями общего пользования (3,8 м^2/чел.) Томск занимает последнее место среди городов Сибири.

Одновременно в окружающих город лесных массивах, в том числе в пределах зеленой зоны, продолжаются сплошные рубки. Насаждения остаются неблагоустроенными и не востребованными для отдыха. В составе пригородных лесов повсеместно доминируют сосна и береза, участвуют ель, пихта, кедр, лиственница и осина, формируются интересные ландшафты, обладающие высокими санитарно-гигиеническими, фитомелиоративными и эстетическими качествами и способные выполнять широкий спектр рекреационных функций.

Особенно привлекательны для организации отдыха лесные участки, расположенные на левом берегу Томи и по ее правому берегу между Томском и Северском. Строительство нового моста через Томь определило перспективное направление развития города, чему будет способствовать наличие в районе мостового перехода крупного лесного массива. Здесь перспективно строительство городского парка на площади 400–500 га. Организация такого зеленого объекта имеет для города первостепенное значение, прежде всего потому, что этот самый красивый и устойчивый лесной массив пригородной зоны расположен в непосредственной близости от жилой застройки и доступен для всех видов городского транспорта.

Создание лесопарков перспективно в сосновых борах Тимирязевского и Калтайского лесхозов, в пределах лесопарковой части зеленой зоны. Район представляется перспективным для организации оздоровительного, лечебного и утилитарного отдыха. Строительство комплексного спортивного парка возможно на берегу Ушайки в районе Академгородка на базе уже имеющихся лыжных баз. Особый интерес для организации оздоровительного отдыха и туризма, в том числе иностранного, представляют припоселковые кедровники в окрестностях города и на территории Томского района.

Строительство новых парков и лесопарков повысит нормативную обеспеченность жителей города зелеными насаждениями общего пользования и не потребует больших затрат на их проектирование и строительство. На первом этапе достаточно решить организационные вопросы, построить дорожно-тропиночную сеть и оборудовать места кратковременного отдыха. Зоны развлечений, обслуживания и отдыха возможно развивать за счет средств спонсоров и заинтересованных организаций. Это позволит снять чрезмерные антропогенные нагрузки и повысит устойчивость городских насаждений, предупредит стихийный захват территории, будет способствовать улучшению экологии города и повышению комфортности жизни населения.

Кроме строительства новых парков и лесопарков, для расширения площади и повышения качества городских зеленых насаждений необходимо:

– провести комплексную оценку состояния зеленых насаждений города, их устойчивости, декоративности и функциональной значимости;

– выполнить пообъектную паспортизацию насаждений общего и ограниченного пользования, специального назначения и городских лесов;

– произвести реконструкцию декоративного питомника по обеспечению зеленого строительства качественным посадочным материалом в необходимом ассортименте;

– организовать мониторинг за состоянием насаждений, подготовить предложения по срокам и очередности реконструкции посадок на улицах и внутриквартальных насаждений;

– пересмотреть и дополнить Генеральную схему зеленого строительства в городе на ближайшую и отдаленную перспективу.

Озеленение города должно проводиться по проектам, разработанным ведущими проектными и научными организациями, практические работы – выполняться муниципальным предприятием «Горзеленхоз», а так-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

же частными фирмами, имеющими лицензию на эти виды работ. Недопустима бессистемная посадка деревьев и кустарников, по чьей бы инициативе она ни проводилась. Так как посадки деревьев «на общественных началах» в большинстве случаев проводятся с нарушением технологии посадочных работ, что в дальнейшем затрудняет квалифицированный уход за растениями и не обеспечивает их достаточной приживаемости, такие инициативы, как правило, не эффективны и приводят только к неоправданным экономическим затратам.

Стратегия городской программы озеленения должна предусматривать ежегодное создание новых или реконструкцию существующих зеленых объектов, отвечающих функционально-планировочным и архитектурно-ландшафтным принципам формирования. Объем ежегодно вкладываемых в озеленение средств и количество высаживаемых деревьев и кустарников позволяют каждый год закладывать 2–3 новых объекта ландшафтной архитектуры и выполнять реконструкцию существующих посадок на значительных территориях.

Создание и формирование объектов городского озеленения – сложный технологический процесс, включает этапы предпроективного ландшафтно-архитектурного анализа территории, инженерных изысканий, проектирования строительства и эксплуатации. Выполнение каждого этапа обеспечивает широкий круг специалистов – ландшафтные архитекторы, инженеры зеленого строительства, почвоведы, дендрологи, гидрогеологи, агрономы и другие – каждый из которых решает свои профессиональные задачи. Самодеятельное выполнение профессиональных задач ведет к грубейшим ошибкам, последствия которых легко предугадать, но практически невозможно исправить.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО БИОМОНИТОРИНГА

А.Г. Дюкарев
Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
dukarev@forest.tsc.ru

Несмотря на явные успехи в сохранении живой природы, уровень экологического воспитания в обществе еще далек от осознания личной ответственности за сохранение жизни на земле. Антропогенный прессинг на природную среду достиг таких размеров, что в отдельных регионах происходят ее необратимые изменения. Это касается всех компонентов – почв, растительности и животного мира. Одной из причин такого положения является то, что современные подходы к оценке состояния и нормированию уровней воздействия на природную среду не способствуют ее сохранению, так как имеют явную антропоцентрическую направленность. В основе оценок лежат не экологические, а санитарно-гигиенические или даже строительные нормативы. В какой-то мере они позволяют определить уровень техногенных нагрузок, но вне связи с биологическим компонентом. Методы ландшафтной геохимии разработаны в большей степени для абиотических, чем биологических систем, учитывают процессы деструкции органического вещества, а не его синтез (Глазовская, 1988). В основе контроля биосистем различного уровня организации должны лежать параметры и нормативы, определяющие, прежде всего, состояние и функционирование объектов живой природы.

Сложность биомониторинга связана с рядом объективных и субъективных причин. При постановке задач в качестве объекта исследования чаще всего указывается «природная среда», «окружающая среда». Однако эти определения представляют собой обобщающие, безразмерные объекты. И даже более разработанные представления биогеоценоза, био- и экосистем достаточно широко трактуются, включают сложную систему иерархически вложенных единиц. И если на организменном уровне биомониторинга имеются определенные успехи, то оценка состояния биологических систем надорганизменного, локального и регионального уровней требует решения целого ряда географических, экологических и биологических задач. Как отмечал Ю.А. Львов, в такой постановке «экология из биологической науки все более превращается в науку географического плана» (Львов, 1994. с. 21). Биомониторинг приобретает географические черты ландшафтного или регионального мониторинга, в котором организмы выступают «...как показатели состояния объекта, как индикаторы его свойств».

Прежде всего, необходимо определить, что является объектом наших исследований, его иерархический уровень в системе, границы, характерные и динамичные состояния, внутреннюю структуру и внешние взаимосвязи. Выделение и ограничение объекта позволит выбрать или разработать методы исследования, в крайнем случае, методологические подходы к ним. Необходимо отметить, что ни «природная среда», ни «окружающая среда» не могут являться объектом исследования, так как не имеют четких пространственных границ. Как правило, проводя оценку воздействия предприятия или производства, в качестве объекта исследований принимается сложный по строению участок территории, который имеет признаки различия, определяемые абиогенными, биогенными и техногенными факторами.

В географическом отношении территория будет представлена набором фаций или биогеоценозов, в биологическом – биосистем или биоценозов, в функциональном – разного уровня экосистемами. Несмотря на возможную пространственную сопряженность границ, между этими представлениями существуют принципиальные различия. Так, если понятия биогеоценоза и ландшафта больше отражают внутреннее содержание, определяемое абиотическими факторами и компонентами, то биота является их внешним отражением, а экосистема – функциональной сущностью протекающих процессов (табл. 1). Под биосистемой, как правило, понимается исторически сложившаяся, в соответствии с условиями местообитания, совокупность растений и животных. Такие системы имеют устойчивую, очень сложную функционально взаимосвязанную структуру, включающую компоненты из разных царств живой природы. Каждый компонент имеет больше различий, чем сходств, характеризуется определенными формами и скоростью отклика на внешние возмущения. Поэтому встает вопрос, как объединить при оценке, казалось бы, не объединяемые компоненты: грибы и деревья, птиц, животных и насекомых.

Наиболее распространенный путь преодоления этого затруднения – проведение комплексных исследований с участием ученых различных специальностей. Однако приемлемой методологии сведения в целое информации, полученной с использованием различных методов, шкал и единиц измерения, до сих пор не существует. Кроме того, нельзя рассматривать биосистему в отрыве от косных компонентов. Во-первых, такая система в принципе не может существовать. Во-вторых, способность системы к самовосстановлению определяется целостностью абиотических факторов среды. При нарушении любого из них система выходит из равновесия и не сможет вернуться в исходное состояние или для этого потребуется время, соизмеримое с геологическими циклами. При нарушении только биологического компонента система сохраняет способность к возвращению в исходное состояние. Однако в природе воздействия затрагивают обе составные части ландшафта. При этом происходит трансформация экосистемы в целом, нарушается ее функционирование. Система выходит из

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 1

Общая схема представлений о надорганизменных уровнях организации природной среды

Понятия	Содержание
Ландшафт	Подразделение земной поверхности, в пределах которой геоморфологические особенности, субстраты и характер увлажнения создают условия для специфического сочетания продуцентов, консументов и редуцентов, которые в свою очередь оказывают влияния на абиотические характеристики среды
Биогеоценоз, фация	Пространственно ограниченная, внутренне однородная природная система, имеющая особую специфику взаимодействия слагающих компонентов (атмосферы, горных пород, гидрологических условий, почв, растительности, животного мира микроорганизмов и др.) и определенный тип обмена веществом и энергией
Биосистема	Исторически сложившийся в соответствии с условиями местообитания комплекс живых организмов (растений, животных, грибов и т.д.), объединенный общей территорией, ограниченный барьерами или неблагоприятными для распространения условиями
Экосистема	Взаимосвязанная система сообществ живых существ и среды обитания разного уровня иерархии, объединенных в функциональное целое причинно-следственными связями, сформированными в процессе эволюции

равновесия и становится неустойчивой. Включаются компенсационные механизмы, которые на первых этапах, за счет несбалансированного развития отдельных элементов, усиливают дисбаланс в структуре. Возникают экологически проблемные ситуации, которые разделяются по причинам возникновения, механизмам и глубине преобразования (табл. 2).

Оценка остроты экологической ситуации тесно связана с представлением о норме состояния. В качестве точки отсчета, эталона, эквивалента цены с экологических позиций должно приниматься исходное, сбалансированное состояние экосистемы, соответствующее этапу эволюционного или сукцессионного развития. По мнению многих ученых, в чистом виде это недостижимо, так как антропогенный прессинг в настоящее время имеет глобальный характер и в сочетании с природными катаклизмами затрагивает все элементы биосферы. Таким образом, «истинная мера» имеет больше теоретический характер. На практике мы сталкиваемся с различной степени преобразованными системами, поэтому в качестве стандарта состояния можно использовать фоновый эталон ландшафта. Однако даже такой подход встречает непреодолимые препятствия со стороны социально-экономической системы. И чем выше уровень развития общественно-политической системы, тем более расходятся интересы общества и природы. В какой-то мере это оправдано, так как биосфера в естественном состоянии, по оценкам различных исследователей, способна прокормить от 30 до 500 млрд человек. Поэтому мы вынуждены подходить к понятию нормы с двойным стандартом. С одной стороны, желание сохранить окружающую нас среду в неизменном виде, с другой стороны – явное нежелание отказаться от материальных благ цивилизации. Экология и экономика имеют теснейшую связь и не могут рассматриваться раздельно (Плеханов, 1994). Поэтому при оценке воздействия необходимо определить уровень трансформации биосистемы, допустимый при достижении поставленной цели в реальных социально-экономических и экологических условиях. К примеру, мы совершенно нормально относимся к пахотным землям и решаем проблемы их сохранения. Однако забываем, что для природы освоение земель сопряжено с экологической катастрофой, полной трансформацией естественных ландшафтов, перевод их в неустойчивое, не встречающееся в природе состояние. В то же время к лесному пожару мы относимся как к катастрофе, хотя это естественный природный процесс, протекающий в бореальных лесах с определенной периодичностью и являющийся необходимым звеном в лесообразовательном процессе. Двойной стандарт оценки связан с приоритетом сельскохозяйственных ресурсов над лесными – в первом случае – и конкурентной борьбой за лесные ресурсы – во втором. Кроме того, нормативы должны учитывать способность биологических систем к самовосстановлению, которая определяется условиями местоположения и име-

Таблица 2

Критерии оценки состояния био- и экосистем (Оценка..., 1992)

Оценка состояния		Качественные критерии оценки
1	Удовлетворительное	Нормальное состояние
2	Напряженное	В отдельных компонентах появляются признаки деградации
3	Критическое	Полная деградация отдельных компонентов экосистем Появление признаков ее качественного изменения
4	Кризисное	Деградация системы в целом с признаками необратимости Переход в иное состояние
5	Катастрофическое	Глубокие и необратимые изменения ландшафта в целом Переход в техносферу

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ет существенные региональные и локальные различия (Львов, 1994). И если принять понятие об идеальной экологической норме за «норму 1», зональной (региональной или локальной) норме – «норму 2», то появляются представления о функциональной норме – состоянии системы на нижнем пределе выполнения биосферных функций (норма 3), социальной норме и других ее уровнях. Переход природной системы в качественно иное состояние (агро- или техносферу) также определяется социальными или экономическими уровнями экологически обоснованных нормативов, при которых на территории сохраняется ландшафтная структура, позволяющая выполнять биосферные функции и сохранять присущее ей биоразнообразие и энергетический баланс (Плеханов, 1994). Кроме того, необходимо учитывать, что каждый иерархический уровень биологических систем отличается специфичностью ответных реакций и способностью противостоять внешним негативным воздействиям. Как отмечал Ю.А. Львов (1994), экологические эффекты, явные на нижних уровнях, снимаются или компенсируются механизмами высших уровней организации.

Таким образом, при определении нормы, оценочного стандарта необходимо найти грань между желанием сохранить природу и необходимостью материального обеспечения общественной системы. Поэтому понятие нормы всегда локально и привязано не только к конкретной территории, этапам восстановительно-возрастной динамики или этапу эволюционного развития, но и к сложившейся социально-экономической инфраструктуре территории. Следовательно, важнейшим элементом биомониторинга является функциональное зонирование оцениваемой территории, проводимое в определенной логической последовательности. На первом этапе Ю.А. Львовым (1994) предлагалось провести геотопологический анализ с выявлением ландшафтной структуры территории и разделение ее на естественные и преобразованные экосистемы. Природная дифференциация рассматривается как заданная основа, определяющая экологические, экономические и технологические свойства территорий. Методы такого анализа в ландшафтной экологии достаточно проработаны и не требуют разъяснения (Арманд, 1975; Исаченко, 1980). На этом же этапе проводится оценка устойчивости экосистем к различным видам антропогенных нагрузок.

На следующем этапе проводится социально-экологическое зонирование, которое должно учитывать уже сложившуюся инфраструктуру. Сложность этого этапа заключается в ведомственной разобщенности территории, несовместимости интересов природопользователей, привязанности их к административно-хозяйственным, а не к природным границам. Эти противоречия можно снять, если от ведомственного устройства перейти к комплексному устройству территории, выполняемому на геосистемной основе, в котором при общих границах выделов лесоустроительные, землеустроительные, охотоустроительные и другие сведения подаются в виде отдельных слоев картографической и ресурсной информации. Антропогенные нагрузки на ландшафт оцениваются по видам использования, уровням преобразованности природных систем. При оценке воздействия техногенных или других антропогенных систем на биоту необходимо учитывать не только непосредственное воздействие технологического процесса, но и сам факт присутствия объекта, что существенно расширяет границы оцениваемой территории (Дюкарев, 1997). Таким образом, пространственное сопоставление как минимум трех уровней зонирования территории (природного, социально-экономического и экологического) позволяет выявить разнообразие любой территории, выделить элементарные ячейки био- и экосистем, требующие оценки. Функциональный подход позволит на фоне уже сложившейся структуры провести зонирование территории по планируемым «уровням преобразованности», в соответствии с которыми должны определяться нормы и допустимые уровни планируемых нагрузок. В качестве основы для социально-экономического ранжирования территории можно использовать схему зонирования, предложенную Б.И. Кочуровым (1998).

Наиболее сложной проблемой любого мониторинга является выбор параметров наблюдения. Сложность строения биосистем, их поликомпонентность и многофункциональность не позволяют охватить все разнообразие характеризующих их параметров (Дончева и др., 1992). Кроме того, каждая оценка выполняется с определенной целью, и параметры, характеризующие экологическую функцию биосистем, мало приемлемы для социальных, экономических и других оценок. Наибольшее распространение получили ресурсные оценки. Пока идет речь об отдельных видах материальных ресурсов природы, не возникает проблемы их измерения. Их запасы определяются в установившихся со временем количественных параметрах. Однако уже попытка совместить результаты этих оценок на определенной территории достаточно сложна. При комплексной оценке предлагалось использовать стоимостные эквиваленты. Однако ни затраты труда, ни выручка от реализации не могут отражать подлинной общественной значимости природного ресурса. Кроме того, достоверность таких оценок условна, так как наименее разработаны именно «эквиваленты» в системе ресурсных взаимосвязей. Не разработан реестр ресурсов, подлежащих экономической оценке. В нашем представлении, при комплексной оценке необходимо ввести ограничение широты охвата оцениваемых ресурсов и временные рамки на перспективы их использования, поскольку в сферу материального производства постоянно вовлекаются все новые тела и элементы природной среды. При ресурсном мониторинге сознательно упускаются наиболее значимые виды ресурсов – информационные, экологические, генетические и др., не поддающиеся на современном уровне знания стоимостному выражению.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

При экологических оценках на первый план выходит нематериальная сущность био- и экосистем. Экологические параметры оценки состояния биосистем, несмотря на существование специальной науки – экологии, не разработаны и не нормированы. Поэтому при составлении ОВОСов всегда стоит вопрос глубины оценки протекающих в природе изменений под тем или иным воздействием. Все оценить невозможно и нецелесообразно. К примеру, нужно ли учитывать изменение в видовом разнообразии птиц или летающих беспозвоночных под влиянием лесозаготовок? С одной стороны, это не связано с лесовозобновительным процессом, а с другой – отражает изменения структуры трофической цепи. Однако эти изменения связаны не с производственным процессом, а переходом системы из одного качественного состояния в другое. Кроме того, трудно оценить – положительные или отрицательные изменения происходят в экосистеме. Смена перестойного хвойного леса в средней тайге после пожара или вырубки приводит к его замене молодыми сообществами, которые обладают более высокими приростами биомассы, фотосинтетической и биологической активностью, разнообразием и другими положительными качествами.

Существующие параметры, по которым проводится оценка природной среды, разрабатываются для отдельных биотических компонентов или определенных уровней их организации (табл. 3). К общим параметрам, которые предлагаются для оценки эко- и биосистем, можно отнести фотосинтетическую активность, годичный прирост биомассы, видовое разнообразие, структуру сообщества и сбалансированность трофической цепи, проективное покрытие или плотность доминирующих видов, спектр жизненных форм и возрастного состава. Кроме того, для животных необходимо учитывать продолжительность жизни и смертность в онтогенезе, а для растений – плодоношение.

Наряду с прямыми методами оценки, за последние годы все более интенсивно развивается биотестирование, оценка состояния системы по реакции отдельных компонентов – биоиндикаторов. Чувствительность этого метода определяется способностью биосистем реагировать на внешние воздействия изменением формы или физиологических процессов и во многих случаях превышает чувствительность технических систем. По критериям оперативности, стоимости и универсальности биоиндикационные методы превосходят прямые методы. В качестве индикаторов могут приниматься отдельные виды животных и растений, наиболее подверженных внешним воздействиям. Кроме того, к индикационным методам оценки состояния биосистем относится контроль динамики структуры сообщества животных и растений. Исчезновение или усиленное размножение любого вида, появление синантропных или других неспецифичных для сообщества видов свидетельствуют об изменении состояния системы в целом. К недостаткам биотестирования относится то, что эти оценки имеют преимущественно качественный характер и требуется разработка региональных, а в некоторых случаях и локальных стандартов. Следовательно, эти методы очень сложны для стандартизации, в то время как любые мониторинговые наблюдения должны проводиться в строгих рамках стандартных методик, критериев и оценок.

Перспективной при мониторинге является оценка состояния биосистем в зонах неустойчивого равновесия – экотонах. Любое воздействие приводит здесь к изменению морфологической и пространственной структур сообществ, смещению природных границ. Однако при учете изменений, протекающих в зонах ландшафтно-геохимического сопряжения, как и в целом для экосистем разного уровня иерархии, необходимо выявление отклонений, связанных с естественным трендом изменения природы. Для таежной зоны Западной Сибири это заболачивание и снижение дренированности территорий, цикличность климата и изменение биоклиматического потенциала.

Находят свое место в экологических исследованиях и дистанционные методы оценки и контроля состояния биосистем. Прежде всего, следует отметить аэрокосмические методы. Длительное воздействие негативных

Таблица 3

Параметры оценки состояния (Оценка..., 1992)

Тип оцениваемой системы	Параметры
Ландшафт	Радиационный баланс, рельеф, защищенность грунтовых вод, приход и расход осадков, биопродуктивность
Фация, биогеоценоз	Запас живой и мертвой биомассы, ее ежегодные приросты, соотношение первичной и вторичной продуктивности, скорость деструктивных процессов и углеродного цикла
Биоценоз:	
а) фитоценоз	Видовой состав и спектр жизненных форм, проективное покрытие, возрастная структура, ежегодные приросты, семеношение
б) зооценоз	Видовое разнообразие, плотность популяции и видов-индикаторов, трофическая и функциональная структура, плодовитость, смертность и продолжительность жизни в онтогенезе, соотношение полов и возрастов
в) почвы	Катионно-обменные и окислительно-восстановительные свойства, гумусное и структурное состояние, влагоемкость и водопроницаемость
Экосистема	Баланс тепла и влаги, фотосинтезирующая активность, трофность, прирост и деструкция органического вещества, сбалансированность структуры компонентов, эко- и биоформы индикаторов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

факторов приводит к изменению внутренней структуры сообществ и изменению конфигурации границ, появлению контуров, отличающихся спектральными характеристиками. Изменение спектральных характеристик может быть связано с изменением структуры сообщества или фотосинтезирующих процессов. Исследования, проведенные на территории Канско-Ачинского ПТК в 70-е годы, выявили крупные очаги поражения хвойных под влиянием токсичных пылевых выбросов. Аналогичная ситуация выявлена в еловых лесах Дальнего Востока и Кузнецкого Алатау. Внедрение дистанционных методов достаточно перспективно и в сочетании с наземными наблюдениями позволит упростить контроль состояния природной среды, обеспечит стабильность регионального биомониторинга в труднодоступных районах.

Таким образом, планируя экологические исследования территории, мы должны представлять, что оценка состояния всегда имеет целевую и объектную направленность, в соответствии с которой выбираются параметры и приоритеты оценки. Понятно, что методология экологической оценки будет отличаться от ресурсной или любой другой. Отличие экологических подходов состоит в том, что в них превалируют интересы самой природы, а не человека или общественной системы. При включении человека природа превращается в среду обитания, а экологическая оценка – в санитарно-гигиеническую. К сожалению, среди всех видов мониторинга наименее разработаны методы и нормативы экологической оценки, так как в меньшей степени привязаны к материальным интересам человека и поэтому мало привлекательны как для общественной системы, так и большинства ученых.

Литература

Арманд А.Д. Наука о ландшафтах. М.: Мысль, 1975. 286 с.

Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 228 с.

Дончева Я.В., Казаков Л.К., Колуцков В.Н. Ландшафтная индикация природной среды. М.: Экология, 1992. 256 с.

Дюкарев А.Г. Принципы организации экосистемного мониторинга в нефтегазоносных районах Западной Сибири. География и природные ресурсы. 1997. № 2. С. 132–134.

Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л.: Наука, 1980. 220 с.

Кочуров Б.И. География экологической ситуации. М., 1997. 131 с.

Львов Ю.А. Региональная экология: содержание и методы // Проблемы региональной экологии. Вып. 1. Томск, 1994. С. 20–24.

Оценка состояния и устойчивости экосистем. М., 1992. 127 с.

Плеханов Г.Ф. Ландшафтно-экологическое нормирование территории – основа рационального природопользования // Проблемы региональной экологии. Вып. 2. Томск, 1994. С. 5–10.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРИРОДНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И ОСНОВЫ ЕЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Т.М. Зоркина
Хакасский государственный университет, г. Абакан
botany@khsu.khakassia.ru

В настоящее время в Северном Казахстане насчитывается около 30 млн гектаров кормовых угодий, которые с нарастанием степени использования снижают урожайность до 2,0–2,5 ц/га сухой массы или подвергаются коренным изменениям, увеличивая площади деградированных пастбищ до 30–35%. Такое состояние растительности степных пастбищ Северного Казахстана обусловливает неустойчивость кормовой базы, не обеспечивает стабильной продуктивности скота. Вопросы же улучшения использования и сохранения травостоя пастбищ в регионе решаются недостаточно.

Зональными типами степей являются красноковыльные, ковылковые, тырсиковые, которые сменяют друг друга от лесостепи к опустыненным степям (Рачковская Е.И., Огарь Н.П., Марынич О.В., 2000) Кроме этого широко распространены на равнинах тырсовые, реже коржинскоковыльные и песчаноковыльные степи. В целом степные пастбища составляют 60,3% от общей площади. Разнотравно-типчаково-ковыльные степи с доминированием *Stipa capillata*, *Stipa rubens* приурочены к черноземным почвам Северо-Казахстанской, Кокчетавской, Кустанайской областей, в основном распаханы и сохранились небольшими массивами среди пашни, около лесных колок, иногда вблизи населенных пунктов. В последнем случае они коренным образом изменены под действием выпаса. Для таких степей характерно наличие преимущественно ксеромезофитного разнотравья: *Galium verum*, *Phlomis tuberosa*, *Achillea millefolium*, *Filipendula hexapetala*, *Peucedanum lubimenkoanum*, *Artemisia austriaca* и другие. Из бобовых чаще присутствуют: *Medicago falcata*, *Onobrychis sibirica*, *Melilotus officinalis*, *Astragalus medius*. Высота основной массы травостоя – 20–80 см, структура травостоя – четырехпяти ярусная. Общее проективное покрытие – 70–80%. Максимум нарастания надземной массы приходится на 18–28 июня. Урожайность сухой массы колеблется в пределах 7,7–12,5 ц/га. Распределение отдельных ассоциаций ковыльных степей находится в зависимости от рельефа и почв. Так, коржинскоковыльные степи приурочены чаще к черноземам южным карбонатным и расположены на склонах или равнинных участках. А песчаноковыльные степи в основном распространены в Акмолинской, Павлодарской Кустанайской областях и приурочены к темнокаштановым супесчаным и песчаным почвам. В своем распространении эти степи связаны с залеганием песчаных отложений на аллювиальных и озерно-аллювиальных равнинах Западно-Сибирской низменности, а также Тургайского плато. Иногда они встречаются на территории с гривно-ложбинным рельефом по Предтургайским равнинам. Здесь доминируют *Stipa pennata*, *Stipa capillata*, субдоминанты: *Festuca valesiaca*, *F. beckeri*, *Koeleria glauca*. Кроме того, из злаков присутствуют более южные виды: *Poa bulbosa*, *Agropyron sibiricum*. Разнотравье больше представлено псаммофитными видами: *Helichrysum arenarium*, *Achillea gerberi*, *Centaurea ruthenica*, *Thymus marschallianus*, *Astragalus danicus*, *Melilotus officinalis*, *Onobrychis sibirica*, *Artemisia marschalliana* и другие. Травостой – четырехъярусного сложения с общей высотой от 10 см до 75 см, общее проективное покрытие достигает 80–85%. Урожайность находится в пределах 7,2–8,5 ц/га сухой массы. Ковылковые степи чаще характерны для каштановых карбонатных глинистых почв (Павлодарская, Акмолинская, юг Кустанайской области), имеют проективное покрытие 55–60%, трехъярусную структуру с высотой травостоя 15–50 см, урожайность сухой массы 4,3–5,2 ц/га. Тырсиковые степи чаще встречаются на каштановых и светлокаштановых почвах и имеют еще более низкую урожайность. Все ковыльные степи используются под пастбища и лишь в отдельные годы с обильными осадками могут выкашиваться. Типчаковые, типчаково-полынные степи приурочены к слаборазвитым каштановым и светлокаштановым почвам и расположены на равнинных элементах рельефа или по каменистым склонам. Основу травостоя составляют злаки: *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*. Присутствуют также *Artemisia austriaca*, часто *Linosyris villosa* и другие. Структура травостоя двухъярусная, общее проективное покрытие составляет 40–50%, урожайность сухой массы – 3,5–4,5 ц/га. Несмотря на разреженное их сложение, они являются хорошими пастбищами и используются под выпас. Полынные, полынно-типчаковые, полынно-солянковые пастбища распространены больше в средней и южной части Северного Казахстана и приурочены к степным, лугово-степным, луговым солонцам, солончакам.

Приемы рационального использования природных кормовых угодий должны разрабатываться с учетом особенностей: флористического состава, динамики роста и сезонного развития, способности растений к отрастанию после стравливания или скашивания, урожайности, питательной ценности, степени выпаса.

В зависимости от погодных условий, сезонного развития и характера нарастания зеленой массы, согласно

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

исследованиям в Северном Казахстане, можно выделить несколько пастбищных сезонов.

Ранневесенний (25.04–18.05) – температура воздуха довольно низкая (0+5°С), почвенная влага находится в малоподвижном состоянии. Начало вегетации большинства видов растянуто. Отмечается заметное увеличение почек возобновления. Урожайность сухой массы на всех типах пастбищ не превышает 1,0–1,2 ц/га сухой массы, много ветоши.

Поздневесенний (19.05–08.06) – температура воздуха и почвы резко повышается, осадки незначительны, что приводит к иссушению почвы. Однако в этот период происходит интенсивное формирование вегетативной массы, в которой преобладает большая доля мелкодерновинных злаков 1,6–2,3 ц/га и разнотравья 0,6 ц/га сухой массы. Урожайность колеблется в пределах 2,6–3,6 ц/га сухой массы.

Летний (09.06–08.07) – характерен благоприятным сочетанием климатических факторов: достаточное количество осадков и высокая температура. У большинства растений интенсивно нарастает зеленая масса, которая достигает максимума (7,7–9,5 ц/га). Доля злаков в урожае также максимальна и составляет 4,3–5,0 ц/га, разнотравья – 1,3 ц/га, полыней – 1,2 ц/га сухой массы. Качество корма хорошее. Июльские дожди и высокая температура способствуют разложению ветоши.

Позднелетний (09.07–28.08) – происходит постепенное снижение температуры воздуха и количества осадков. В динамике урожайности уменьшается доля злаков до 2,5 ц/га, идет активный прирост полыней до 2,4 ц/га сухой массы, разнотравье незначительно снижает свою долю участия. Отмечается процесс отмирания растений. Общая урожайность на ковыльных пастбищах снижается до 5,3–4,3 ц/га сухой массы.

Осенний (29.08–17.10) – устанавливаются постоянные ночные заморозки. Происходит массовое отмирание растений, урожайность понижается до 2,8–1,6 ц/га сухой массы.

В связи с этим распределение пастбищ на территории Северного Казахстана с учетом морфобиологических особенностей растений, типа травостоя и динамики нарастания кормовой массы выделяются по сезону использования пастбища: весенние, которые составляют 20% от общей площади; весенне-летне-осенние – 38%; летние – 15%; осенние – 27%. Следовательно, имеется дефицит летних пастбищ, а в северных районах – и весенних. Его можно восполнить за счет распашки деградированных пастбищ и посевом многолетних трав. А чтобы не было еще большего дефицита – правильно использовать существующие кормовые угодья, то есть соблюдать пастбищеобороты, а также сроки и циклы стравливания.

Так, на разнотравно-типчаково-ковыльных и типчаковых пастбищах рекомендовать планировать наибольшую нагрузку скота на период с 8 по 20 июня. Начало выпаса на первом типе пастбищ желательно начинать 10–12 мая, а на втором – 5–6 мая, учитывая условия года; причем соответственно на разнотравно-типчаково-ковыльном типе проводится три стравливания (первое – 10–12 мая, второе – 15–18 июня, третье – 20 июля), на типчаковых – два стравливания (первое – 5–6 мая, второе – 15–20 июня), а на полынных, солянково-полынных, желательно стравливать в следующие периоды: (первое – 20 мая–18 июня; второе – 1–28 июля).

Оценивая современное состояние растительности пастбищ по степени сбитости, видна тенденция увеличения площадей среднесбитых и сильносбитых до 37% и уменьшение площадей слабосбитых с 87,6% (1970 г.) до 52,7% (1985 г.) (таблица).

В период 1985–1995 гг. отмечается снижение площади сбитых пастбищ до 33%, что связано с трансформацией земель и уменьшением нагрузки скота за последние 2–3 года. В целом такое состояние пастбищ приводит к значительному уменьшению запасов корма, а иногда изменяет сезон использования. Так, в северной части региона (Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Кустанайская области) дефицит на одну условную голову на пастбищный период составляет 21,3 ц/га корма. В то же время области Акмолинская, Павлодарская, Тургайская, располагающиеся на юге в зоне каштановых почв и имеющие довольно большие площади пастбищ, находятся в лучших условиях в отношении содержания скота. Здесь дефицит составляет на одну условную голову в пастбищный период 6,0–3,0 ц, а в некоторых районах он отсутствует.

Для содержания существующего поголовья скота (особенно север региона) вкладываются значительные средства для освоения земель коренного улучшения. Частично восполняется дефицит за счет посева однолетних культур и их смесей. Однако все эти мероприятия требуют больших затрат. Поэтому в настоящее время необходимо обратить внимание на перспективу эффективного использования кормовых угодий. Это повсеместное соблюдение правил выпаса в соответствии

Динамика площадей степных пастбищ Северного Казахстана по степени сбитости (1970–1995 гг.)

Категории сбитости пастбищ	Площадь, млн га				Урожайность сухой поедаемой массы, ц/га
	1970	1975	1985	1995	
Слабосбитые	26,30	24,03	17,56	18,10	5,4
Среднесбитые	2,25	3,27	6,40	5,50	4,0
Сильносбитые	1,45	2,70	4,24	3,90	1,1
Всего	30,00	30,00	28,2	27,50	–

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

с сезоном использования и динамикой формирования кормовой массы, например, ковыльные пастбища можно стравливать 3 раза, а типчаковые, полынно-типчаковые – 2 раза за сезон. Внедрение схем пастбищеоборотов в пределах хозяйств, регионов. В целях рационального использования и сохранения травостоя в Северном Казахстане рекомендуется для КРС на одну голову установить площадь пастбищ разнотравно-типчаково-ковыльных – 1,2 га, песчаноковыльных – 1,4–1,5 га, ковылковых и тырсиковых – 2,5 га, типчаковых – 2,8–3,0 га, на юге для овец – 0,6 га на пастбищный сезон.

Литература

Рачковская Е.И., Огарь Н.П., Марынич О.В. Основные зональные типы степей Казахстана. Степи Северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования XXI века. Оренбург, 2000. 325 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ФОРМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЯ ЛУГОВ ЯКУТИИ

И.А. Иванов
Институт северного луговодства АН республики Саха (Якутия), г. Якутск
igorafanas@mail.ru

Якутия является единственным регионом Крайнего Севера, где на протяжении многих веков развивается крупное животноводство с многочисленными табунами лошадей (до 210 тыс. голов), с большими стадами скота (до 480 тыс.) при самом продолжительном стойловом периоде (около 235 дней). И нигде в мире на северных широтах, кроме Якутии, не заготавливается так много сена (до 550–650 тыс. т).

Устойчивое развитие животноводства стало возможным благодаря выработке якутскими скотоводами стратегии гармоничного сосуществования человека с природой. Эта стратегия построена на приоритете экологического императива – на обязательном соблюдении неприкосновенности условий экологического благополучия окружающей природной среды при любых формах деятельности человека: хозяйственной, бытовой, поведенческой, ментальной. Якутские скотоводы к парадигме гармоничного с природой сосуществования пришли эмпирически, путем практической адаптации форм хозяйственной деятельности, уклада жизни, быта к экстремальным условиям северной природы не позже XIV века II тысячелетия, как датирует А.И. Гоголев (1993) первые памятники скотоводческой кулун-атахской культуры на территории Якутии. Мировое научное сообщество создало подобную теорию коэволюции человека с биосферой в последнем веке II тысячелетия в поисках парадигмы устойчивого развития человечества.

В основу стратегии гармоничного сосуществования человека с природой заложены принципы:

– осознанное ограничение удовлетворения жизненных, хозяйственных потребностей пределами естественного восстановления продуктивности экосистем;

– минимизация и равномерное распределение нагрузки на окружающую природную среду.

В Якутии известны следующие виды земельных отношений:

– общинное владение землей на уровне родовых племен, практиковавшееся еще до прихода русских на Лену и действовавшее на уровне наслегов (низшая административная единица) при царе;

– пользование землей, индивидуальная форма которого зародилась при общинно-родовом строе, закрепилась в царской Якутии, пережила Октябрьскую революцию, существовала до завершения коллективизации, была вытеснена коллективной формой землепользования в колхозно-совхозный период, возрождается в постсоветское время;

– государственная собственность на землю при царской и советской власти.

Частной собственности на землю в Якутии до присоединения к России не было, так как земля, по убеждению аборигенов, являлась общим достоянием всех, кто на ней живет. При царе и Советах частная собственность на землю была запрещена.

Две ясачные комиссии, преследовавшие фискальную цель, нашли, что индивидуальное землепользование является наиболее эффективной формой эксплуатации сенокосных угодий в условиях Якутии, которая обеспечивает максимальный сбор ясака с якутских скотоводов.

Индивидуальное землепользование позволяло скотоводам расселяться по отдельным аласным (алас – безлесная луговина среди тайги) и пойменным лугам, разбросанным среди бескрайней тайги, хуторским хозяйствам. Дисперсный тип расселения был выбран якутскими скотоводами не из склонности к уединенной жизни, а в целях снижения нагрузки на кормовые угодья.

Сохранение индивидуального землепользования в царской Якутии дало возможность скотоводам продолжать традиционную технологию животноводства в соответствии со стратегией гармоничного сосуществования с природой.

В первые годы Советской власти в Якутии при паритете частных и коллективных хозяйств, при реальной поддержке государства, в условиях либеральной экономики якутское скотоводство, действующее при пока сохраняемом индивидуальном землепользовании, получило небывалое развитие. В 1929–1931 гг. численность крупного рогатого скота составила 470–490 тыс. голов (Колесов, 1932; Статистический..., 1941). В 1932–1936 гг. поголовье крупного рогатого скота поддерживалось на уровне не ниже 445 тыс. (все данные приведены на 1 января 2001 г.). В истории Якутии развитие скотоводства никогда до и после этих лет не достигало такой высоты (рис. 1).

Специфика традиционного дисперсного расселения якутов видна из данных переписи 1926 г. (табл. 1): преобладали мелкие поселения (58%), где проживало 1–3 домохозяйства; на 1 населенный пункт, в среднем, приходилось 23 человека, 32 головы рогатого скота. Дисперсный тип расселения сохранялся в 1933 г. – 12186 сельских поселений, и в 1939 г. – 10660 поселений (табл. 2).

Коллективная форма пользования кормовыми угодьями стала основой для поселкового расселения, облегчила внедрение агрессивной стратегии интенсификации сельского хозяйства, чуждой традиционному укладу хозяйства и жизни якутских скотоводов. Без сомнения, колоссальные капитальные вложения в сельское

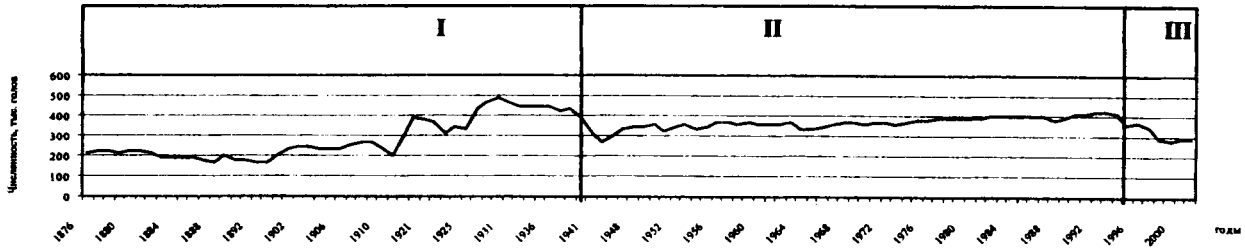


Рис. 1. Динамика численности крупного рогатого скота и формы землепользования в Якутии.
Периоды действия форм землепользования: I – индивидуальной формы (по 1938 г.);
II – коллективной формы (с 1939 по 1995 г.); III – обеих форм (с 1996 г.)

Таблица 1

Характер расселения сельского населения Якутии при индивидуальной форме землепользования по «Материалам Всесоюзной демографической переписи населения 1926 г.», 1928 (в числителе – количество населенных пунктов, в знаменателе – доля в % от общего количества)

Округа	Население	Всего домохозяйств	Количество зимних населенных пунктов с числом домохозяйств												
			1 хоз.	2 хоз.	3 хоз.	4 хоз.	5 хоз.	6–7 хоз.	8–10 хоз.	11–13 хоз.	14–20 хоз.	21–30 хоз.	31–50 хоз.	51–99 хоз.	>100 хоз.	Всего
Якутский	133528	36372	1418 20,9	1512 22,3	1115 16,4	75 9,9	446 6,6	535 7,8	424 6,1	230 3,3	239 3,3	152 2,0	96 1,1	33 0,3	1 0,0	6876 100
Вилюйский	72114	17131	941 28,3	637 19,1	453 13,6	71 8,1	202 6,0	240 7,2	205 6,2	98 3,0	138 4,2	91 2,7	43 1,2	13 0,4	0 0	3332 100
Олекминский	22634	4915	12 6,2	10 5,2	7 3,6	4 2,1	5 2,6	14 7,3	19 9,8	9 4,7	24 12,4	30 15,5	6 8,7	19 9,8	4 2,1	193 100
Итого	228276	58418	2371 22,9	2159 20,9	1575 15,1	50 9,1	653 6,3	789 7,6	648 6,2	337 3,2	401 3,8	273 2,6	75 1,7	65 0,6	5 0,0	10401 100

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Изменение характера расселения сельского населения и динамика урожайности сена в Якутии

Годы переписи	Количество сельских населенных пунктов	На 1 населенный пункт приходится в среднем		Средняя урожайность сена, ц/га
		людей	голов скота	
1926	11743	23	32	20,0
1933	12186	23	36	17,0
1939	10660	29	38	14,7
1959	4423	56	84	11,7
1970	1317	220	275	8,4
1979	726	447	558	6,9
1986	715	444	567	7,1
1987	688	458	566	5,7
1989	641	495	647	7,3
1992	655	566	698	7,9

хозяйство в корне изменили социальный облик села, привели к крупным успехам в растениеводстве, но не вывели животноводство из состояния стагнации. В итоге коллективное землепользование привело к деградации лугов, охватившей все элементы аласно-таежной экосистемы. В 1961–1985 гг. годовые суммы осадков в Центральной Якутии увеличились до 235 мм при 192 мм в период 1891–1948 гг. (Гаврилова, 1987). При таком заметном повышении увлажнения вместо ожидаемого повышения продуктивности лугов произошло снижение урожайности сенокосов с 15–20 до 8–13 ц/га. Причину разлада естественно-логической связи осадки–урожай исследователи (Денисов, Прокопьев, 1979; Десяткин, 1990; Саввинов, 1981 и др.) видят в многократном усилении зоогенной и антропогенной нагрузок на окружающую среду при образовании крупных деревень.

Статистическая обработка подтвердила очень сильную зависимость динамики продуктивности сенокосных угодий от динамики расселения сельского населения республики: коэффициенты корреляции (r) очень близки к 1,0 (см. табл. 2). Коэффициент детерминации между урожайностью и количеством сельских поселений ($d = r^2 = 0{,}97^2 = 0{,}94$) показывает, что в 94 случаях из 100 направление динамики урожайности сена определяется характером изменений расселения сельского населения. Переход от дисперсного к поселковому типу расселения (табл. 2, 1959) и дальнейшее укрупнение поселков, т.е. уменьшение количества поселений, сопровождаются неизменным снижением урожайности.

Типы расселения селян в Якутии предопределялись формами пользования сенокосными угодьями. Таким образом, глубинная причина деградации кормовых угодий лежит в формах землепользования, а именно в коллективной форме пользования сенокосами, которая предопределяла поселковый тип расселения селян.

С 1992 г., когда новая Россия переориентировалась с коммунистических идеалов на рыночную экономику, с развалом колхозов и совхозов возрождается индивидуальное землепользование, которому к 01.01.2002 г. передано 33% всей площади пашен, 68% сенокосов и 21% пастбищ (табл. 3).

При этом замечено, что:

– к индивидуальному земплепользованию скотоводы тяготеют больше (у них 68% сенокосов), чем земледельцы с 33% пашни;

– в кризисной ситуации в Якутии наиболее живучими, устойчивыми оказались мелкие, далее неделимые семейные и личные подсобные хозяйства, более стойкими, чем крестьянские хозяйства;

– в условиях раздельного учета выпуска продукции по отдельным категориям хозяйств четко выявилась несравненно более высокая эффективность хозяйств, основанных на индивидуальной форме землепользования, нежели при коллективной форме.

Индивидуальному землепользованию сопутствует неизменно высокая хозяйственная эффективность. Особенно результативными являются семейные и личные подсобные хозяйства, которые произвели 61% картофеля, 63% овощей, 64% молока, 56% мяса по Якутии за 1999 г. (Агропромышленный комплекс, 2000), собрали сена с 1 га в 1,5 раза больше, чем коллективные предприятия, находясь в той же зоне (Емельянов, Емельянова, 2001).

Экологическое состояние лугов и сейчас продолжает ухудшаться, поскольку причины деградации лугов продолжают действовать. Поселки остаются единствен-

Таблица 3

Структура землепользования по данным Госкомзема Республики Саха (Якутия) на 01.01.2000 г. (в числителе – площадь в тыс. га, в знаменателе – доля в %)

Типы хозяйств	Формы землепользования	Пашни	Сенокосы	Пастбища
Государственные, акционерные, кооперативные	Коллективная	75,5 67	155,0 32	132,2 79
Крестьянские, личные подсобные	Индивидуальная	35,8 33	326,7 68	34,2 21

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ной формой расселения селян. Индивидуальное землепользование хотя и начинает возрождаться, но процесс идет стихийно, не получая законченного юридического оформления.

При сохраняющейся ситуации угроза потери лугов продолжает оставаться реальной. Нужна кардинальная перестройка стратегии использования кормовых угодий.

I. Стала очевидной необходимость возрождения традиционной стратегии гармоничного с природой сосуществования человека, обеспечивавшей сохранение хрупкой северной природы в течение многих веков. Эта стратегия полностью согласуется с современной теорией коэволюции человека и биосферы (Моисеев, 1990), основным принципом которой тоже является абсолютный приоритет экологического императива перед любой хозяйственной деятельностью человека.

Возрождение традиционной стратегии гармоничного с природой сосуществования человека можно вести на основе идей адаптивной концепции сельского хозяйства (Жученко, 1994). В Якутии возможна реализация этой концепции в 2-х вариантах (Миркин, Черосов, 2001):

– экстенсивный вариант (без химии, ирригации) для маргинальных земель (с очень экстремальными условиями для земледелия);

– компромиссный вариант (с ограниченным применением удобрений, гербицидов) для земель с менее жесткими для растениеводства условиями.

Из традиционных приемов ведения производства остаются актуальными:

– безусловное ограничение поголовья скота в соответствии с кормоемкостью кормовых угодий;

– сезонные перекочевки с зимнего стойлового участка на летние пастбища и обратно;

– огораживание сенокосов, выжигание старики и т.д.

Применение инноваций должно ограничиваться экологической емкостью среды, запасами тепла и влаги в регионе. Предпочтение следует отдавать тем разработкам, которые усиливают экологическую устойчивость, расширяют адаптивный потенциал лугов и повышают их продуктивность.

В Якутии имеются разработки, отвечающие этим требованиям. Выведены местные сорта кормовых культур, обладающие высокой устойчивостью к условиям Якутии (Г.В. Денисов с сотрудниками, А.С. Яковлев и др. из ЯНИИСХа), разработаны экологичные нормы азотных, органических удобрений (А.И. Степанов), ведутся работы по ландшафтному земледелию (Л.С. Иванова), по биологическому связыванию атмосферного азота (М.Т. Яковлева). В Институте северного луговодства разрабатывается метод определения кормоемкости сенокосов, испытывается метод Д.С. Дзыбова, где одним из факторов, повышающих продуктивность лугов, является сохранение биоразнообразия аборигенной флоры.

При внедрении инноваций следует проявлять большую осторожность при мощной технической и энергетической оснащенности современного аграрного производства. Вполне вероятно, что низкий уровень энерговооруженности традиционного производства наших предков был в какой-то мере гарантией малой вероятности причинения крупного ущерба природе.

II. В целях создания условий для дисперсного, хуторского расселения скотоводов следовало бы юридически закрепить индивидуальную форму землепользования, в частности сенокосными угодьями.

Ряд последовательных зависимостей (индивидуальное землепользование – дисперсное расселение – минимизация нагрузки на природу – экологическое благополучие кормовых угодий) действовал безотказно на протяжении многих веков. Замена исходного условия в этом ряду вызвала за короткий период цепь существенных изменений, приведя к противоположному результату: вытеснение индивидуальной формы землепользования коллективной (конец 1930-х гг.) – поселковое расселение (с середины 1940-х гг.) – увеличение нагрузки на природу – деградация кормовых угодий (с середины 1950-х гг.).

А.Н. Прокопьев (1990), экономист, изучавший якутское луговодство, считает экологически необходимым рассредоточение населения в целях разукрупнения стад рогатого скота, допуская это невыгодным с экономической точки зрения, а с социальной стороны даже вредным.

Действительно, альтернативы дисперсному расселению как способу спасения лугов Якутии не видно. Для придания динамике населения направления в сторону рассредоточения нужно ввести в практику земельных отношений индивидуальную форму пользования землями.

Право индивидуального землепользования должно быть постоянным, бессрочным, наследуемым, чтобы пользователь был заинтересован в повышении и сохранении плодородия используемой земли для себя и своих потомков.

Принципиально важным является контроль по безусловному соблюдению землепользователем требований экологического императива, проведение работ по улучшению экологического состояния земель, по повышению их плодородия. Выполнение этих функций по плечу только государству в качестве субъекта собственника земель маргинальных регионов.

Права и обязанности владения сельскохозяйственными землями государство может передать местным органам на уровне наслегов.

Такой порядок земельных отношений существовал в Якутии веками, и благодаря ему до середины XX в. сохранялось экологическое благополучие аласов, элемента таежно-аласной экосистемы, испытывавшей непрерывный максимальный прессинг человеческой деятельности на протяжении многих столетий.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Литература

Гаврилова М.К. Анализ изменения природно-климатических условий Якутии по начало следующего столетия // Природные условия осваиваемых регионов Сибири. Якутск, 1987. С. 146–159.

Гоголев А.И. Якуты (проблемы этногенеза и формирования культуры). Якутск, 1993. 136 с.

Денисов Г.В., Прокопьев А.Н. Интенсификация использования и охрана природы Якутии. Якутск, 1979. С. 60–63.

Десяткин Р.В. Антропогенные очаги деградации таежно-аласных экосистем Центральной Якутии // Рациональное природопользование в криолитозоне. Якутск, 1990. С. 48.

Емельянова А.Г., Емельянов С.И. Зональные особенности сенокосных угодий Центральной Якутии // Теоретические и прикладные вопросы травосеяния в криолитозоне. Якутск, 2001.Ч. 1. С. 76–85.

Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пущино, 1994. 148 с.

Колесов Г.Г. Сельское хозяйство Якутии (итоги, задачи, перспективы). Якутск, 1932. 199 с.

Материалы Всесоюзной демографической переписи населения 1926 г. Якутск: Изд-во ЯСУ, 1928. 254 с.

Миркин Б.М., Черосов М.М. Травосеяние в криолитозоне: агроэкосистемный подход // Теоретические и прикладные вопросы травосеяния в криолитозоне. Якутск, 2001. Ч. 1. С. 18–35.

Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. М., 1990. 351 с.

Прокопьев А.Н. Рациональное использование природных кормовых угодий Центральной Якутии. Якутск, 1990. 132 с.

Саввинов Д.Д. Об устойчивости мерзлотных биоценозов к антропогенному воздействию // География и природные ресурсы. 1981. № 3. С. 124–126.

Статистический справочник Якутской АССР. Якутск, 1941. 155 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИИ КАК ОСНОВА МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Г.Ф. Плеханов
Томский государственный университет, г. Томск

Россия от большинства развитых стран мира отличается рядом особенностей. Во-первых, это самая холодная страна, где среднегодовая температура, отнесенная к единице площади ниже нуля градусов, поэтому значительная часть ее территории является зоной неустойчивого земледелия и не пригодна для постоянного проживания больших групп населения. Во-вторых, это самая огромная страна, протянувшаяся на 10 часовых поясов, или почти 10000 км, с запада на восток и более 2000 км с севера на юг. В третьих, ее население в силу двух предыдущих особенностей обладает особым «российским» менталитетом, суть которого сводится к «соборности», т.е. стремлению жить «артельно». Чисто рыночная экономика, где каждый выживает и обогащается сам по себе, подавляющим большинством населения принимается с осторожностью, а нередко полностью отвергается. В-четвертых, это многонациональная страна, в состав которой включены десятки народностей и национальностей, имеющих свою историю, свою территорию, свой специфический уклад жизни, свои нравы и обычаи.

Наконец, Россия – это страна, которая за последний век пережила две мировых войны, одну гражданскую и две коренных ломки общественного строя. Итогом этих «перестроек» стало то, что по уровню душевого ежегодного дохода она вышла на одно из последних мест среди развитых стран.

Перечисленные особенности российской действительности позволяют утверждать, что устойчивое развитие России по западному, а тем более по американскому образцу неприемлемо в принципе. На пути, куда ее настойчиво тянут «правые», она никогда не сможет достичь заметных успехов и навсегда останется третьестепенным государством.

В то же время Россия конца XIX и начала XX в. вышла на уровень ведущих стран мира. После гражданской войны и всеобщей разрухи за 70 лет торжества коммунистической идеологии Советский Союз по большинству показателей экономического развития вышел на второе место в мире. Несмотря на отрицательные стороны тоталитарного государства, выполняющего полицейские функции, эти результаты позволяют считать, что при разумном хозяйствовании Россия могла бы занимать в постпереходный период достаточно прочные экономические позиции.

Возникает естественный вопрос: каким образом одна из высокоразвитых стран за полтора десятилетия превратилась в отсталую и может оставаться таковой еще длительное время? Причин две. Первая – неразработанность стратегии перехода России на путь естественного устойчивого развития. Вторая – бескомпромиссная борьба двух взаимоисключающих идеологий: коммунистической и капиталистической, ни одна из которых не может привести Россию к процветанию.

За семьдесят лет торжества коммунистических принципов организации народного хозяйства страна действительно достигла поразительных результатов. Но это произошло за счет предельно жесткой эксплуатации всего населения, освоения северных территорий массой заключенных, снижения уровня жизни почти всего населения до биологического предела. Провозглашаемый принцип «ограничивать личные потребности ради светлого будущего» показал полную несостоятельность. «Временные трудности», растянувшиеся на ряд поколений, стали отвергаться населением, и к восьмидесятым годам прошлого столетия ситуация стала кризисной. Жизнь показала, что коммунистические принципы организации народного хозяйства не могут лежать в основе устойчивого развития России.

Затем началась «перестройка», проводившаяся под старым лозунгом: «Весь мир насилья (советский) мы разрушим до основанья, а затем...». В итоге все национальное богатство оказалось в руках кучки олигархов, кое-что перепало их приспешникам из числа чиновников разных рангов, а жизнь подавляющего большинства населения стала «борьбой за выживание». Горбачев, Ельцин, Гайдар, Чубайс и иже с ними за считанные годы разгромили Советский Союз. С помощью западных и американских советчиков за считанные месяцы добились того, чего Германия не смогла достичь военным путем. Результат налицо. Россия выпала из числа высокоразвитых стран и даже по самым оптимистическим прогнозам, двигаясь по пути стандартной «капитализации», сможет достичь уровня самой отсталой из развитых западных стран – Португалии – лет через 50. Естественно возникает вопрос: можно ли сократить этот срок, и если да, то каким образом.

Начинать анализ надо с расстановки приоритетов в замкнутом треугольнике, образующем общество: Человек – Производство – Природа, все составляющие которого связаны между собой прямыми и обратными связями. Ведущая роль в этой триаде принадлежит не человеку, благосостояние которого поднимает на щит коммунистическая идеология, и не производству, которое обеспечивает экономическое процветание общества по капиталистической концепции, а природе, так как вся жизнь человека зависит от нее как непосредственно (воздух, вода), так опосредованно. Таким образом, основой устойчивого развития человеческого общества на локальном, регио-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нальном и глобальном уровнях является территория, ее природные условия. В историческом аспекте это достаточно явно показал Л. Гумилев в своей книге «Этногенез и биосфера», а в философском – В.И. Вернадский, обосновавший учение о биосфере и ноосфере. Эту же концепцию в нестоящее время пропагандирует В.В. Бушуев, называя ее экоразвитием России.

Неравномерность климатических условий, подстилающей поверхности и геологической структуры приводит к тому, что экологические условия различных участков территории Земного шара, включая Россию, весьма разнообразны. Чтобы их оценить, в экологической литературе введено понятие «биологическая емкость среды» – степень способности природного или природно-антропогенного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность (дыхание, питание, размножение, отдых и т.д.) определенному числу организмов и их сообществ без заметного нарушения самого окружения (Реймерс, 1990). Однако «безразмерный» термин «окружение» не позволяет сопоставлять различные «среды» между собой, а тем более выражать их «биологическую емкость» в каких-либо числовых единицах. Кроме того, это понятие относится к любым организмам и их сообществам, что делает его еще более неопределенным.

В то же время экология (теоретическая и прикладная) нуждается в использовании обобщенной характеристики окружающей среды с точки зрения благосостояния общества, которая позволяла бы оценивать ее количественно и проводить на этом основании сопоставление различных территорий между собой. В качестве такой обобщенной характеристики целесообразно ввести понятие «экологическая емкость территории» – способность территории выдерживать определенный антропогенный прессинг без ухудшения природных качеств или способность территории обеспечить, без изменения своих основных параметров, удовлетворение потребностей определенного количества людей при заданном уровне благосостояния общества, (чел/га).

Воздействие человека на природу сводится к тому, что изымаются ресурсы, привносятся загрязнения и изменяется ландшафт. По каждому из этих показателей существуют (точнее должны существовать) соответствующие экологические нормативы, рассматриваемые на локальном, региональном и глобальном уровнях. Экологическая емкость территории также должна определяться по двум направлениям: что и с какой скоростью можно изымать с данной территории, а также что и с какой скоростью привносить без ухудшения ее экологического состояния, так как изменение ландшафта есть не что иное, как одновременное «изъятие и привнесение».

Таким образом, для устойчивого экоразвития России необходимо оценить экологическую емкость территории на локальном, региональном и глобальном уровнях, чтобы на этой основе грамотно планировать ее хозяйственное использование. Общий алгоритм такой оценки может быть представлен следующим образом.

А. Методический блок

1. Разработка методов оценки природных ресурсов, биологических и социальных потребностей человека, а также производимой продукции в энергетических единицах (ккал/га, ккал/чел., ккал/тонну продукта).

2. Определение оптимальных биологических и социальных потребностей человека в продуктах питания и предметах быта для разных климатоэкологических зон при заданном уровне благосостояния общества.

Б. Ресурсный блок (блок потребностей)

1. Определение численности населения, которое конкретная территория может обеспечить продуктами питания собственного производства на глобальном (для России в целом), региональном и локальном уровне при различных вариантах ее использования (чел/га).

2. Определение оптимальной численности населения, занятого на предприятиях, тесно связанных с территорией, – сельского хозяйства, лесной промышленности, добычи полезных ископаемых и т.д. (чел/га)

3. Разработка принципов сопоставления различных видов хозяйственной деятельности с производством продуктов питания в энергетических единицах (ккал/т) с возможностью последующего перевода этих оценок в экономические (рубли, доллары).

4. Оценка общей численности населения определенной территории, обеспечиваемого продовольствием помимо собственного производства за счет других видов хозяйственной деятельности в порядке обмена продукцией, т.е. определение полной экологической емкости территории по ресурсам (чел/га).

В. Блок отходов

1. Сопоставление скорости поступления отходов различного качества на единицу рассматриваемой площади со скоростью естественной утилизации и выбор на этой основе методов их ликвидации: свалки, очистка, переработка, захоронения и т.д. (т/га в год).

2. Сопоставление различных методов удаления отходов в энергетических единицах (ккал/т) с возможным переводом в экономические (рубли, доллары на тонну), определение оптимальных затрат на ликвидацию отходов, а также их доли в общем энергетическом балансе территории. На основе всех расчетов дается оценка оптимальной численности населения определенной территории, рассчитанной по энергетическим критериям обеспечения ресурсами и утилизации отходов при заданном уровне благосостояния человека. Даже ориентировочная оценка позволяет утверждать, что экологическая емкость территории России существенно больше имеющейся плотности населения. Это значит, что она может обеспечить всем необходимым значительно большее количество населения или же вывозить излиш-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ки своих ресурсов в другие страны. Россия обладает огромным природно-ресурсным потенциалом, рациональное использование которого поможет ей выйти на уровень передовых стран в сравнительно короткий срок. Для этого необходимо реализовать ряд программ.

В стратегическом плане

1. Основной капитал России – ее природные ресурсы, которые необходимо считать только государственной собственностью. Необходимо провести их объективную оценку и передавать в аренду на определенный срок физическим или юридическим лицам своей страны, а в особых случаях и только на условиях аренды – зарубежным гражданам и фирмам. При этом основу государственного бюджета должны составлять рентные платежи за использование природных ресурсов.

2. Осудить «ваучеризацию» по Чубайсу, в результате которой из-за несовершенства юридических законов переходного периода («разрешено все, что не запрещено») богатства страны оказались разграбленными законным путем незначительной частью граждан. Учитывая, что очередной «передел собственности» нежелателен, необходимо создать условия, при которых разворованный капитал мог бы успешно работать на государство.

3. Основные пути кругооборота товаров должны быть внутри региона, внутри России (частный случай – зарубежные обмены). При этом Россия может в большом количестве вывозить свои возобновляемые ресурсы, продукцию высоких технологий, но должна вначале уменьшить, а затем прекратить вывоз невозобновляемых ресурсов (нефть, газ, минеральное сырье и т.д.).

В тактическом плане

1. Провести естественное ландшафтно-климатическое районирование территории России, оценить экологическую емкость ее регионов, районов и локальных участков, чтобы составить объективные планы их устойчивого развития.

2. Основные селитебные территории должны быть расположены южнее 55-й параллели. Там же должны располагаться основные сельскохозяйственные районы и промышленные предприятия, жестко не связанные с территорией. В северных и северо-восточных регионах России должны располагаться только предприятия, жестко связанные с территорией (горнодобывающие, лесозаготовительные и т.д.).

3. Работа не этих предприятиях должна быть обеспечена на 90% лицами, постоянно проживающими в селитебных регионах, и осуществляться методом среднесрочных командировок.

4. Постоянно проживать на северных территориях, где расположены производства, жестко с ней связанные, или находиться там в порядке длительных командировок должны только лица, занятые административно-техническим обеспечением производимых работ и их обслуживающие, что составит, по-видимому, около 12% всех работающих.

5. Организация постоянной работы лиц, занятых на предприятиях, связанных с территорией, может быть следующей. Сельскохозяйственное или промышленное предприятие, расположенное в селитебной зоне (или глава администрации соответствующей селитебной территории), и промышленное предприятие, жестко связанное с северной территорией, заключают договор о совместном проведении работ.

6. При этом основное место жительства всех сотрудников северного предприятия должно быть в селитебной зоне. Там же живут семьи, дети, пенсионеры. Там же на постоянной основе работают лица, временами выезжающие в командировки на север. Возможно, им для этой цели придется иметь две профессии, но поскольку северное предприятие и его южная часть имеют единое руководство, работают в одной организации, такое временное перепрофилирование профессий представляется вполне уместным.

7. Такая организация работы предприятий, тесно связанных с территорией, позволит резко сократить число лиц, постоянно проживающих в неблагоприятных климатических условиях, и существенно снизит себестоимость получаемой продукции.

8. Принципиальное различие между предлагаемой организацией работы северных предприятий и существующим вахтовым методом заключается в том, что здесь сводятся к минимуму все социальные последствия вахтового метода, так как постоянное место работы находится в селитебной местности, а длительность командировки может составлять 1–2 месяца в год.

9. Учитывая существенную экономию на обеспечении непроизводственной сферы северного предприятия, можно существенно (на порядок!) увеличить зарплату работающего в командировке. Это привлечет необходимое количество работников из средней полосы России, где пока процветает вынужденная безработица.

10. Аборигены северных территорий, продолжают жить по своим законам и обычаям, занимаясь оленеводством, охотой, рыбной ловлей, постепенно ассимилируясь в общероссийское население.

11. Учитывая, что экологическая емкость России в целом (по предварительным оценкам) существенно превышает численность страны, следует увеличить приток мигрантов в определенные районы (резко сократив приток в другие). Таким образом, объективная оценка экологической емкости территории России, ее регионов, районов и локальных участков позволит грамотно спланировать их оптимальное использование и в относительно короткие сроки выйти из кризисной ситуации.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

*Н.Н. Пологова, **Л.И. Герасько
*Филиал института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
polog@forest.tsc.ru
**Томский государственный университет, г. Томск

Болотообразование в ложбинах древнего стока правобережья Оби к настоящему времени вышло далеко за пределы первичных центров-понижений и распространяется на прилегающие поверхности. В результате роста торфа и подтопляющего влияния болотными водами значительно изменяется первичный рельеф и активизируется современное суходольное заболачивание. Ложбины древнего стока сложены песками аллювиального генезиса, переработанными эоловыми процессами. Хорошо сортированные и переотложенные кварцевые пески из-за бедности минералогического состава в целом способствуют выравниванию экологических условий. Однако из-за хорошей водопроницаемости песков и при наличии в понижениях бугристо-гривистого рельефа тонких прослоев суглинистого состава проявляется высокая пространственная контрастность увлажнения. Поэтому на суходолах, окруженных массивами болот, создается вторичная пестрота экологических условий для растительности, обусловленная эволюцией поверхности: развитием во времени форм микрорельефа, усилением литологической неоднородности в результате почвенно-элювиальных процессов и нарастанием увлажнения в связи с ростом соседствующих болот. Внутри относительно однородных выделов лишайниково-зеленомошных и бруснично-зеленомошных типов сосновых лесов появляются фрагменты более влажных биогеоценозов. Значительную трансформацию при этом испытывает и почвенный покров. Вместе с тем изменения компонентов биогеоценозов происходят асинхронно.

Одним из методов оценки экологических условий являются экологические шкалы. Как указывал Л.Г. Раменский (1938), для комплексной увязки растительных группировок с почвами, климатом, воздействием человека нужно, чтобы все эти разнородные факторы и показатели были выражены в экологически (физиологически) значимых и сопоставимых величинах. Экологические шкалы, разработанные для растений и дающие оценку условий местообитаний в экологических координатах увлажнения и богатства, обычно не сопоставляются с количественными показателями содержания влаги и плодородием почв. Хотя связи растительности с типами и подтипами почв опосредованы рельефом, уровнем грунтовых вод, тем не менее представляет интерес сопоставить баллы увлажнения и богатства экологических шкал с количественными показателями увлажнения почв и проследить их соотношения на разных этапах трансформации биогеоценозов при нарастающем увлажнении.[1]

Исследования проводились на ключевом участке ложбины древнего стока, расположенном в окружении четырех котловинных болот диаметром от 100 до 200 м. Для всего участка с западинами скрытого заболачивания составлена карта микрорельефа и почвенная карта, выполнены описания почвенных разрезов с использованием траншей (Пологова, 1992). Кроме того, на трансекте размером 50 х 150 м в углах квадратов со стороной 5 м были измерены мощности горизонтов и объемным кольцом отобраны образцы почв из 4-х генетических горизонтов (АО, EL, Bf, B2). Определены объемная масса, влажность, а в иллювиальном горизонте содержание гумуса и оксалатно-растворимого железа. Каждая точка отбора (всего 116) сопровождалась описанием растительности на площадке в 1 кв. м, для которой рассчитаны баллы увлажнения и богатства по экологическим шкалам Раменского с учетом экологии видов регионального уровня.

Для сопоставления изменчивости экологических условий и почвенных показателей были построены карты микрорельефа, распределения баллов увлажнения и богатства и топоизоплеты влажности горизонтов почв в пределах трансекта. С помощью компьютерных программ EXCEL и SIGMAPLOT построены регрессионные зависимости, выявившие в большинстве случаев линейный характер связей между исследованными показателями. Рассчитаны коэффициенты корреляции с высокой степенью достоверности, также показывающие наличие значимых связей. Для проведения многомерного соответствия экологических шкал с морфологическими и физическими показателями почв использован информационный анализ, применяемый для выявления варьирования почвенных свойств в биогеоценозе (Карпачевский, 1977).

Трансектом пересекается плоская поверхность, осложненная микрозападинами шириной до 60 м и глубиной до 150 см (считая от вершины самой высокой гривы) и вытянутыми ложбинами. Выделяются основные уровни по-

[1] В статье обобщены данные, полученные при совместных почвенно-геоботанических исследованиях на стационаре «Ягодное», проведенных в 1979 г. В отборе образцов почв и определении влажности, съемке микрорельефа участвовали студенты кафедры почвоведения ТГУ. Геоботанические описания растительности, расчеты баллов увлажнения и богатства по экологическим шкалам Раменского и адаптация их к региональным условиям проводились студентами кафедры ботаники и сотрудниками лаборатории биогеоценологии НИИББ под руководством Ю.А. Львова. В наше распоряжение были предоставлены результаты экологической оценки – баллы увлажнения и богатства.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

верхности: плоские гривы (высота 120–150 см), склоны грив (80–120 см), склоны западины (40–80 см) и центральные части западин и плоских ложбин (0–40 см).

Почвы представлены, согласно классификации (Классификация..., 1997), типами подзолов и подзолов глеевых альфегумусовых, ранее выделявшимися на уровне родов почв на песчаных почвообразующих породах (Классификация и диагностика..., 1977). Подтиповое разделение обусловлено интенсивностью проявления алюмо-железисто-гумусовой аккумуляции и глубинного оглеения. Поскольку иллювиальный горизонт является диагностическим для разделения песчаных подзолов, нами для установления таксономической принадлежности была разработана шестибалльная шкала интенсивности окраски иллювиально-железистого, иллювиально-железисто-гумусового горизонтов (табл. 1), которая позволила значительно повысить точность картографирования.

В центральной части микрозападин и в ложбинах формируются подзолы глеевые иллювиально-гумусово-железистые (AO+ELg+Bf+BC+Cg), в наземном покрове появляется разреженно осока шароплодная, единично кассандра. Состояние соснового древостоя, имеющего возраст 40–50 лет, не изменяется в пределах площадки, но в пониженных участках появляются проростки кедра и его подрост высотой до 1 м, которые полностью отсутствуют на гривах.

Состав отложений почв повышений мелкопесчаный, постоянство отношений фракций песка и крупной пыли свидетельствует об относительной однородности и сортированности песков. Но в почвах грив обнаруживаются псевдофибры с увеличением в них ила и физической глины на 3–4% по сравнению с вмещающей толщей. Профили почв центров западин дифференцированы по гранулометрическому составу на верхние крупно-, среднепесчаные горизонты, сменяющиеся мелкопесчаными, а с глубины 120–140 см опесчаненными суглинками. Как в центрах, так и на бортах микрозападин суглинистые прослои прерывистые и линзовидные, а горизонты над ними оглеены. Гранулометрическая дифференциация почв грив и западин связана как с исходной литологической неоднородностью отложений, так и с процессами выноса, аккумуляции и почвенно-элювиальной суффозии, проявляющейся в приболотном поясе в результате пульсации и подъема уровней от соседних котловинных болот. В соответствии с позициями микрорельефа и глубинной литологической неоднородностью проявляется дифференциация почвенного и растительного покрова.

Таблица 1

Баллы окраски иллювиальных горизонтов песчаных подзолов

Балл окраски горизонта Bf	Окраска	Принадлежность к подтипам подзолов и подзолов глеевых альфегемусовых
1	Желтовато-светло-бурая	Псевдофибровые
2	Охристо-светло-бурая	Псевдофибровые, иллювиально-железистые
3	Буровато-охристая	Иллювиально-железистые, иллювиально-железистые глееватые
4	Ярко-охристая	Иллювиально-железистые глееватые и глеевые
5	Ржаво-охристо-бурая	Иллювиально-гумусово-железистые
6	Ржаво-темно-бурая	Глеевые иллювиально-гумусовые и иллювиально-железистые

Сопоставление карты микрорельефа и почвенной карты выявляет четкую приуроченность почв к элементам микрорельефа (рис. 1). Подтипы почв тесно связаны с высотными отметками микрорельефа (коэффициент корреляции – 0,90). Подзолы псевдофибровые формируются на плоских вершинах грив под сосняками лишайниковыми с участием пятен Polytrihum strictum и разреженным покровом из брусники. Почвы имеют маломощный профиль (AO+EL+Bf+B+BCpf+C) со слабо выраженным иллювиальным горизонтом и уплотненными прерывистыми псевдофибрами на глубине около 80 см.

Подзолы иллювиально-железистые занимают позиции плоских грив и верхние части их склонов под сосняками бруснично-зеленомошными с участием в наземном покрове лишайников, приуроченных к местам с разреженным древесным ярусом. Характеризуются профилем AO+EL+Bf+B+BC.

Подзолы иллювиально-гумусово-железистые занимают выположенные части микроложбин и стыковые зоны между днищами западин и их склонами. Профиль (AO+EL(g)+Bhf+BCg+Cg) формируется при усилении оподзоливания и аккумуляции гумусово-железистых соединений в капиллярно-насыщенной толще. В бортовых частях микроложбин проявляется глубинное оглеение над тонкими иловатыми прослойками. Наземный покров кустарничково-зеленомошный, появляются черника, редко багульник.

Изменчивость почвенных показателей

Для сравнения свойств почв используются их средние значения, рассчитанные для каждого горизонта, а также специфичные ранги состояний, которые характеризуют наиболее вероятные пределы значений каждого свойства. Различия почв по мощности подстилки достоверно значимы между почвами повышений и понижений, но влажность подстилки на одинаковых элементах рельефа изменяется в очень широких пределах, так что колебания внутри подтипов почв перекрывают различия между ними (табл. 2). Это обусловлено наличием отдельных точек с высокой влажностью подстилки. Достоверно отличается влажность подстилок почв край-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

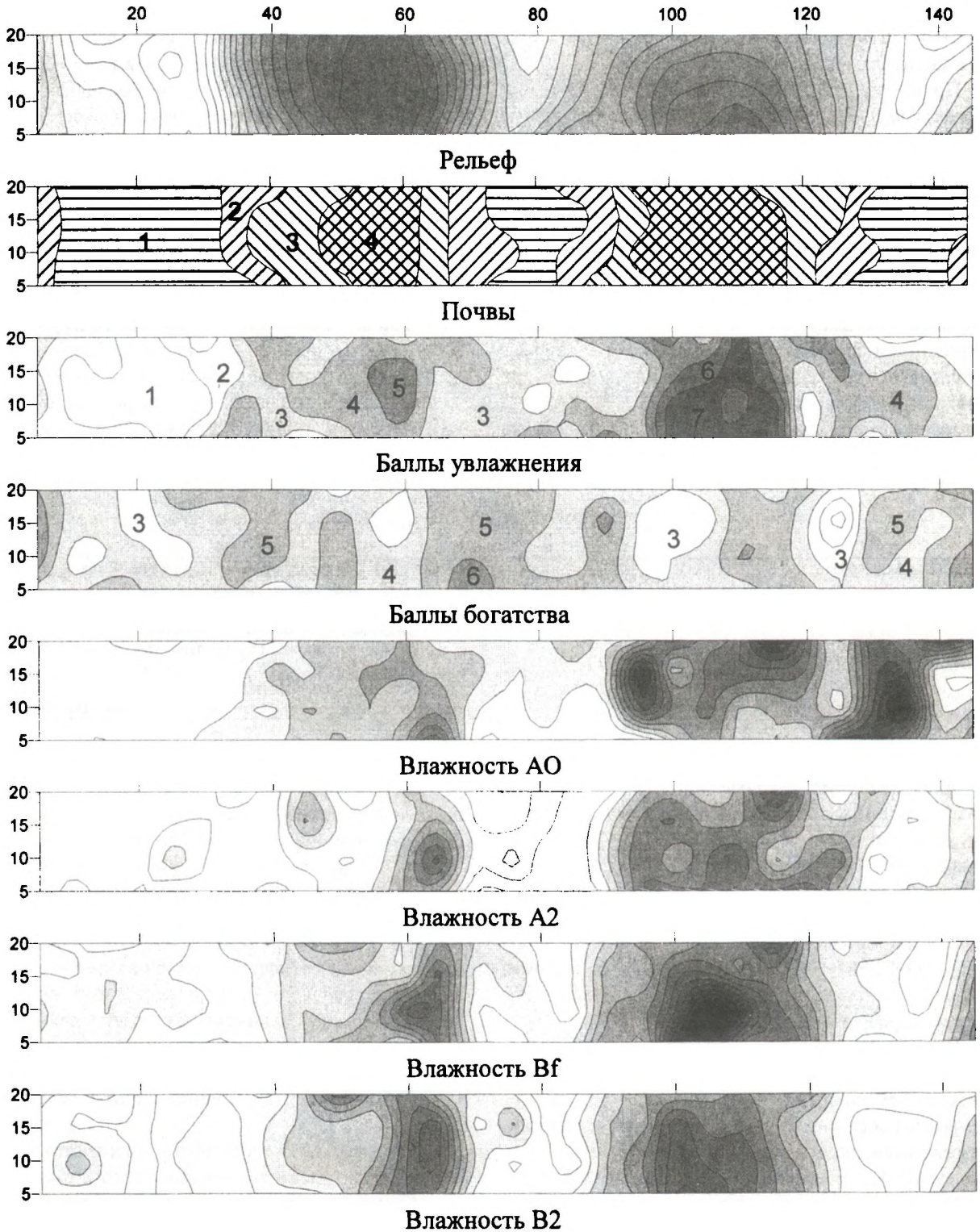


Рис. 1. Почвенно-экологические условия и распределение влажности на различной глубине в пределах трансекта.

Рельеф: горизонтали проведены через 10 см, темным фоном показаны понижения. Почвы – подзолы: *1* – псевдофибровый; *2* – иллювиально-железистый; *3* – иллювиально-гумусово-железистый глееватый; *4* – подзол глеевый. Баллы увлажнения – изолиниями ограничены области: *1* – 65,5–66,5 баллов; *2* – 66,6–67,5; *3* – 67,6–68,5; *4* – 68,6–69,5; *5* – 69,6–70,5; *6* – 70,6–71,5; *7* – 71,5–72,5. Баллы богатства: *1* – < 4,0 баллов; *2* – 4,1–4,5; *3* – 4,6–5,0; *4* – 5,1–5,5; *5* – 5,6–6,0; *6* – > 6,0. Изоплеты влажности горизонтов проведены с интервалом 20% (АО) и 2% (А2, Bf, В2), темным фоном показаны наибольшие значения влажности. Пределы колебания влаги: АО – от 20 до 210%; А2 – 1–17%; Bf – 2–32%; В2 – 1–19%

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Средние значения показателей и специфичные ранги состояний для подтипов почв

	Подзол псевдофибровый	Подзол иллювиально-железистый	Подзол иллювиально-гумусово-железистый глееватый	Подзол глеевый иллювиально-железистый
Количество точек определения	41	24	22	27
Высота, см	120	82	41	25
Балл увлажнения	67,2 66–67	68,2 68–69	68,5 68–69	70,4 69;70;72
Балл богатства	5,6 10; 11	5,8 11; 10; 12	5,8 11; 10	5,5 10; 11
Влажность AO	51,5 <20	47,1 10–60	80,5 40–60	88,5 60–80; 120–140
Влажность EL	3 2–4	3,8 2–4	7,9 2–10	9,2 8–14
Влажность Bf	4,5 4–6	6 4–6	11,2 10–14	15,4 10–18
Влажность B2	3,8 6–8	4,7 2–6	9,9 8–12	13,5 12–18
Плотность EL	1,19 1,2–1,3	1,24 1,3–1,2	1,26 1,3–1,2	1,35 1,4
Плотность Bf	1,24 1,3–1,2	1,23 1,3–1,2	1,18 1,2	1,17 1,2–1,1
Плотность B2	1,3 1,1–1,2	1,29 1,3; 1,4	1,35 1,4; 1,3	1,46 1,4
Балл окраски Bf	2,1 2	2,7 2; 3	4,3 4; 5	5,3 5; 6

Примечание. Над чертой – средние значения, внизу – наиболее вероятные пределы изменения свойства.

них позиций, в которых варьирование увлажнения снижается. Топоизоплеты влажности показывают четкое различие высоких и пониженных местообитаний и хорошую связь с мощностью подстилки. Влажность подстилки находится в значимой корреляционной зависимости только лишь с влажностью нижележащего элювиального горизонта (коэффициент корреляции 0,57), с другими показателями корреляция слабая.

Для профильного распределения влаги в автоморфных подзолах характерно повышенное содержание влаги в илювиально-железистом горизонте и уменьшение книзу, что связано с внутрипочвенным иссушением. В глееватых и глеевых подзолах отмечается та же закономерность, но максимумы содержания влаги выражены более резко. При достоверном различии мощности подзолистого горизонта между выделенными подтипами отмечается также и их дифференциация по влажности. Влажность наиболее динамична в иллювиально-железистом (иллювиально-гумусовом) горизонте. Книзу значения ее уменьшаются и выравниваются. При этом с увеличением влажности в подзолах значимо увеличивается плотность элювиального горизонта.

Распределение влажности в трансекте характеризуется хорошей корреляционной зависимостью с элементами рельефа, коэффициенты достаточно высокие для всех почвенных горизонтов (табл. 3), но наибольшие различия обусловлены высокой влажностью нижней части иллювиального горизонта в понижениях микрорельефа, особенно в ложбинах. Этому соответствуют высокие коэффициенты корреляции между элементами рельефа и влажностью нижней части иллювиального горизонта (0,73).

Топоизоплеты влажности показывают, что наиболее влажным является иллювиально-железистый горизонт понижений. Показательно, что максимум увлажнения отмечается не в центрах западин, а в транзитно-аккумулятивных позициях, приуроченных к крутым бортам западин. На более пологих склонах западины влага рассеивается по поверхности. Такая асимметричность распределения влажности и соответственно асимметричность строения эоловых западин похожа на формы котловин суффозионно-просадочного генезиса, формирующихся на суглинистых породах. Локализация повышенного увлажнения на небольшом участке поверхности является одной из причин пионерного поселения влаголюбивой растительности. Поэтому топоизоплеты влажности объясняют появление на трансекте редких пятен сфагновых мхов, приуроченных к точечным концентрациям влаги на перегибах склонов микрорельефа.

Распределение плотности почв обусловлено спецификой генетических горизонтов и связано с влажностью почв и наземным покровом. В подзоле псевдофибровом плотность немного увеличивается с глубиной и различия между горизонтами небольшие. В остальных почвах профили дифференцированы по плотности, причем наименьшие значения отмечаются в горизонтах Bf и Bhf. С нарастанием увлжнения плотность горизонта Bhf уменьшается, что соответствует увеличению в нем гумуса (до 1,20%). Одновременно уплотняется профиль под иллювиальным горизонтом в связи с большей его влажностью.

По содержанию гумуса почвы значимо различаются между собой, в то же время количество гумуса довольно низкое. Поскольку аккумуляция гумуса в подзолах

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между почвенно-экологическими показателями (P=0,05)

	ОВ	СтУ	МАО	ВАО	BEL	BBf	BB2	ПEL	ПBf	ПВ2	П
Относит. высота											
Ступень увлажн.	**–0,62**										
Мощность АО	**–0,63**	**0,62**									
Влажность АО	–0,34	0,39	0,44								
Влажность EL	**–0,51**	**0,57**	0,48	**0,57**							
Влажность Bf	**–0,58**	**0,68**	**0,50**	0,37	**0,79**						
Влажность B2	**–0,73**	**0,64**	**0,59**	0,34	**0,74**	**0,86**					
Плотность EL	–0,48	0,42	0,36	0,12	0,27	0,40	0,47				
Плотность Bf	0,26	–0,33	–0,35	–0,12	–0,41	–0,54	–0,43	–0,14			
Плотность B2	–0,43	**0,54**	0,29	0,26	**0,58**	0,62	**0,58**	0,44	–0,14		
Почвы	**–0,90**	**0,66**	**0,57**	0,37	**0,58**	**0,65**	**0,74**	0,42	–0,37	**0,54**	
Балл окраски Bf	**–0,75**	**0,62**	**0,61**	0,41	**0,68**	**0,75**	**0,81**	0,46	–0,30	**0,59**	**0,84**

обусловлена в основном отпадом мелких корешков сосны и миграцией железисто-гумусовых соединений при разложении подстилок, то содержание гумуса зависит от распространения древесного яруса и увлажнения почв. На сухих гривах с лишайниково-беломошным покровом и сильно разреженным древостоем иллювиальный горизонт содержит минимальное количество гумуса (0,6–0,8%). При увеличении продолжительности увлажнения, мощности подстилки и густоты древостоя в иллювиальных горизонтах возрастает содержание гумуса и горизонт становится более рыхлым, несмотря на близость глеевого горизонта.

Содержание оксалатно-растворимого (аморфного) железа возрастает с увеличением увлажнения почв и соответствует увеличению балла интенсивности окраски горизонтов.

Таким образом, морфометрические показатели, распределение влажности и плотности почв показывают, что неоднородность почвенного покрова связана с микрорельефом и увлажнением. Формирующиеся вторичные комплексы с центральным кольцевым ареалом подзолов глеевых контрастны по свойствам с подзолами псевдофибровыми на высоких гривах и слабо отличаются от фоновых подзолов иллювиально-железистых. Проявление признаков неоднородности находится на трансекте в «зачаточном» состоянии и сингенетично развитию соседних болот. Признаки иллювиально-гумусово-железистой аккумуляции не успевают сформироваться в полной мере из-за небольшой водосборной площади микрозападин и малого количества поступающего органического вещества и сменяются усиливающимся оглеением нижней части почвенной толщи.

Оценка пространственной изменчивости условий по экологическим шкалам Раменского

Наблюдения за динамикой влажности песчаных подзолов в различных условиях местообитаний (Пологова, 1992) позволили установить, что существует связь гидрологических горизонтов с генетическими. В частности, отмечаются постоянное повышенное увлажнение иллювиального горизонта, наиболее высокие колебания влажности в подстилках и наибольшее различие местообитаний по увлажнению в сухое время. Поскольку в каждый момент времени существует дифференциация местообитаний по увлажнению и эти различия достаточно постоянны для каждого генетического горизонта, несмотря на сезонное варьирование влаги, то абсолютное содержание влаги в почвах при разовом определении может быть сопоставлено с экологическими ступенями увлажнения.

Амплитуда колебаний экологических условий на трансекте укладывается, согласно шкалам, в 7 ступеней увлажнения – от 65,5 до 72 ступени. Диапазон колебания ступеней богатства составляет фактически 4 ступени, что действительно соответствует выровненности условий минерального питания на однородных сортированных кварцевых песках. Поэтому распределение растительности отзывчиво в большей степени на условия увлажнения. Для ступеней богатства нет значимой корреляции с физическими показателями. Относительно подтипов почв можно лишь отметить по средним значениям и специфичным рангам ступеней снижение величины средних значений в крайних позициях – подзолах псевдофибровых и подзолах глеевых.

Для выявления степени связи между ступенями увлажнения наряду с коэффициентами корреляции использован информационный анализ, позволяющий определить количество информации, передаваемой от одного фактора или совокупности факторов к изучаемому явлению, свойству или элементу системы. Если отмечается четкая тесная взаимосвязь фактора и явления, то это оценивается высокими коэффициентами эффективности передачи информации свойство–явление (Карпачевский, 1977). Если ранжировать коэффициенты информации по величине, то можно сравнивать степень связи или меру влияния факторов. Кроме того, информационный анализ позволяет выявить специфичные состояния свойства, характерные для каждого состояния фактора. В нашем случае для каждого интервала ступеней увлажнения рассчитаны наиболее вероятные пределы изменения свойств. Для этого рассчитывался коэффициент связи **C** (Генес, 1967) как отношение условной вероятности к общей вероятности ранга явления a_i по каждо-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

му параметру b_i $C = [P(a_i/b_j)]/P(a_i)$. В качестве специфичного принимается то состояние явления, для которого C наибольший.

Как следует из табл. 4, наибольшие коэффициенты связи установлены для влажности подстилки. При этом баллам увлажнения соответствуют достаточно четко различающиеся специфичные ранги влажности и контрастное ее количество в крайних позициях ступеней увлажнения: менее 20% для 66-й ступени увлажнения и свыше 160% для 72-й. Высокие коэффициенты связи (0,295) устанавливаются между подтипами почв и ступенями увлажнения, что обусловлено взаимным соответствием распределения почв и растительности по микрорельефу. Это подтверждается также и значимыми коэффициентами корреляции между баллами увлажнения, высотными отметками и почвами (см. табл. 3). Специфичные ранги почв достаточно хорошо ранжируют баллы увлажнения – величине баллов до 68-й ступени соответствуют автоморфные подзолы, от 68 до 70 – глеватые, а свыше 70 – глеевые.

Связь между баллами увлажнения и влажностью, плотностью минеральных горизонтов, мощностью подстилки характеризуется высокими и примерно равными коэффициентами передачи информации (0,262–0,211), что отражает взаимозависимость этих факторов между собой и их влияние на формирование растительного покрова. Количественные показатели увлажнения для данного времени определения влаги достаточно четко различаются для разных ступеней. Поэтому и коэффициенты корреляции имеют высокие значения (0,57–0,64) для влажности горизонтов и для плотности нижней части иллювиального горизонта (0,54).

Физико-химические свойства почв имеют более низкие коэффициенты связи, но и эти значения проявляются благодаря косвенной связи вследствие типовых различий между почвами. Морфометрические характеристики минеральных горизонтов имеют самые низкие коэффициенты связи.

Пространственное распределение баллов увлажнения (см. рис. 1) показывает, что градиент относительной высоты микрорельефа оказывает заметное влияние на распределение баллов увлажнения, доказывая, что связь опосредована микрорельефом. Наибольшая влажность местообитания со ступенью в 70–72 балла обнаруживается в выположенной ложбине трансекта. Наименьшие баллы увлажнения образуют ареалы на гривах с лишайниковым покровом и им соответствуют нижние пределы влажности элювиального горизонта (2–4%) и иллювиального (2–4%). Разделение трансекта по мощности подстилки на две крупные группы – гривы и понижения – определило основную дифференциацию в пространстве баллов увлажнения.

Экологическая оценка местообитания по баллам увлажнения отражает состояние влажности во всем почвенном профиле, но вместе с тем дифференциация баллов увлажнения складывается за счет различной влажности горизонтов почв. Иначе говоря, с различной влажностью почвенных горизонтов связано появление в наземном покрове разных видов растений, и вертикальный градиент влажности почвы также отражен в ступенях увлажнения, поскольку каждая экологическая группа растений имеет связь с определенным почвенным горизонтом. Лишайниковый покров связан с наиболее иссушенным приповерхностным минеральным слоем под маломощной подстилкой. Поэтому минимальной мощности подстилки на гривах в подзолах псевдофибровых соответствуют наименьшие баллы увлажнения, а максимальной мощности в западинках – баллы, отражающие наибольшее увлажнение. Поскольку покров вне лишайниковых местообитаний достаточно выровнен по распределению зеленых мхов, то следующим показателем изменения экологических условий служит появление в спектре кустарничков, корневая система которых частично (при малой мощности подстилки и элювиального горизонта) связана с иллювиальным горизонтом. Появление затем в покрове осоки, связанной с более

Таблица 4

Специфичные ранги почвенных показателей для баллов увлажнения по экологическим шкалам

	N	Баллы увлажнения						
		<66	66–67	67–68	68–69	69–70	70–71	71–72
Влажность АО	0,301	10–20	21–40	21–40	41–60	61–80	100–160	160–220
Почвы	0,295	Ппф	Ппф	Ппф Пж;	Пж	Пнж	Пнж; Пг	Пг
Влажность Bf	0,262	3–7	0–3	0–3	7–11	15–19	11–25	19–30
Мощность АО	0,251	1–2	1–2	3–5	3–5; 6–8	9–11	6–8	9–11
Плотность B2	0,244	1,11–1,20	1,21–1,30 1,41–1,50	1,11–1,20 1,21–1,30	1,31–1,40	1,51–1,60	1,41–1,50	1,51–1,60
Влажность B2	0,233	1–3	3–7	7–11	11–15	15–19	11–15	15–19
Влажность EL	0,222	1–3	1–3	3–7	3–7; >20	7–11	7–11	11–15
Плотность EL	0,211	1,01–1,10	1,11–1,20	1,21–1,30	1,31–1,40	1,21–1,30	1,01–1,10	1,41–1,50
Гумус Bf	0,186	0,61–0,80	0,40–0,60	1,21–1,40	1,01–1,20	0,40–0,60	1,21–1,40	1,01–1,20
Плотность Bf	0,156	1,21–1,30	1,21–1,30	1,11–1,20	1,31–1,40	1,01–1,10	1,01–1,10	1,01–1,10
Железо Bf	0,149	0,21–0,30	0,51–0,60	0,41–0,50	0,51–0,60	0,71–0,80	0,51–0,60	0,71–0,80
Мощность EL	0,107	3–5	3–5	6–8	12–14	12–14	9–11	9–11
Мощность Bf	0,103	6–8	6–8	3–5	12–14	>15	>15	3–5

Примечание. N – коэффициент эффективности канала связи между ступенями увлажнения и исследуемым свойством.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

глубоким и влажным горизонтом в понижениях, обусловливает следующую ступень увеличения балла увлажнения. Увеличению влажности горизонта В2 также соответствует увеличение балла увлажнения, что тесно связано с появлением в покрове осоки шароплодной, корни которой проникают до наиболее влажного и длительно увлажненного глеевого горизонта.

Наиболее значимая связь баллов увлажнения по экологическим шкалам с влажностью иллювиально-железистого горизонта. Поскольку этот горизонт является диагностическим для почв на песчаных породах, то можно говорить о том, что условия увлажнения, формирующиеся на некоторой глубине от поверхности альфегумусовых почв, определяют и дифференциацию почвенных свойств и экологически значимы для наземного покрова.

Таким образом, тесная корреляция ступеней увлажнения по экологическим шкалам с физической влажностью почв отражает связи растительных групп с биогеогоризонтами почв, каждая имеет свою область питания и связана со своим почвенным гидрологическим горизонтом. Баллы увлажнения экологических шкал для лесного покрова в сосновых лесах на песчаных породах отражают и экологические условия, и влажность основных диагностических горизонтов почв, обусловливающих их таксономическое выделение.

Литература

Генес В.С. Некоторые простые методы кибернетической обработки данных диагностических и физиологических исследований. М.: Наука, 1967.

Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977. 311 с.

Пологова Н.Н. Сопряженные ряды почв заболоченных ландшафтов. Новосибирск: Наука, 1992. 160 с.

Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭКОСИСТЕМ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ТОМСКА

Е.П. Прокопьев, Л.И. Герасько
Томский государственный университет, г. Томск
pep@ecos.tsu.ru

Обследованная территория, заключенная в правобережье Томи между Лагерным садом, с. Басандайка и автодорогой Томск – Богашево, входит в зеленую зону г. Томска и испытывает высокую антропогенную нагрузку, активизирующую эрозионные склоновые процессы и трансформирующую естественные экосистемы, рациональное использование и охрана которых невозможны без их основательного изучения.

Территория располагается на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской равнины, на контакте ее с северными отрогами Кузнецкого Алатау, что и определяет геологическое строение, геоморфологию и рельеф района. Для геологического строения правобережья Томи характерно неглубокое залегание коренных пород палеозоя и верхнего мезозоя, перекрытых рыхлыми третичными и четвертичными отложениями (Григор, 1951; Рагозин, 1951). В геоморфологическом плане рассматриваемый район представляет собой озерно-аллювиальную равнину (по Архипову, 1971, – аккумулятивно-денудационную) среднеплейстоценового возраста, прошедшую позднее этап врезания речной сети и формирования эрозионного рельефа. Он входит в состав северной части Колывань-Томской предгорной возвышенности и характеризуется сильно расчлененным долинно-балочным рельефом (Булатов, 1965).

Находясь в подзоне подтайги (Ильина, 1985), г. Томск и его окрестности характеризуются континентальным влажным климатом со следующими основными показателями (Климат Томска, 1982): средняя годовая температура равна –0,6°С, июля – 18,1°С, января – (–19,2)°С; средняя годовая норма осадков – 517 мм. В растительном покрове преобладают коренные и производные мелколиственные (березовые и осиновые) леса, нередко паркового типа, с хорошо развитым злаково-разнотравным покровом, связанные с серыми лесными и дерново-подзолистыми суглинистыми почвами.

На обследованной территории установлено 5 типов местности.

1. Слабоволнистая водораздельная равнина от 140 до 160 м высотой, слегка наклоненная в западном направлении. В растительном покрове преобладают искусственные березово-сосновые и реконструированные березовые (с участием тополя бальзамического, сосны, ели сибирской, вяза, липы) с караганово-редкотравным и кустарниково-сорнотравным покровом. На территории бывшего питомника наблюдается сочетание залежных лугов, восстанавливающихся молодых березняков и мелких контуров посадок интродуцированных древесных и кустарниковых пород, а также березы.

2. Правый, на большем протяжении очень крутой (до 45–60°) коренной склон долины Томи, осложненный оползнями, некрупными оврагами и эрозионными ложбинами. Местами он приобретает ступенчатый профиль с образованием оползневых террас. У подножия крутых уступов и на поверхности нижерасположенных склонов нередки выходы грунтовых вод. Основные площади склонов заняты редкостойными березняками осочково-разнотравными, при сведении которых образуются вторичные злаково-разнотравные слабо остепненные луга. Самые крутые склоны покрыты редкостойными березово-сосновыми кустарниково-редкотравными лесами и вторичными полынно-разнотравными остепненными лугами. На вогнутых некрутых склонах в местах выхода грунтовых вод встречаются мелкие контуры осоково-тростниковых болот и тростниково-крупнотравных болотистых лугов. На оползневых террасах формируются злаково-крупнотравные луга, а в тыловых понижениях – и фрагменты березово-дернистоосоковые и травяные болота.

3. Надпойменно-террасовый тип местности представлен узкой полосой (от нескольких метров до нескольких сот метров) I надпойменной террасы, прослеживаемой на основном протяжении реки, и небольшим участком II надпойменной террасы. Занимая небольшие площади, надпойменные террасы испытывают сильное влияние поверхностного и внутрипочвенного стока с прилегающих к ним склонов. Основные площади их заняты разнотравно-злаковыми влажными лугами и их антропогенными вариантами; по тыловым частям, прилегающим к склонам, отмечаются сырые березняки кустарниково-крупнотравные и березовые согры, а в понижениях – тростниковые болота.

4. Пойменный тип местности представлен побочнем молодой формирующейся поймы, простирающимся от Лагерного сада до устья р. Басандайка и состоящим из бывшего острова-осередка и отмершей зарастающей старой протоки, оживляющейся только в паводковые периоды. Приречная часть побочня занята слабо зарастающими галечниковыми пляжами, а наибоее повышенная центральная часть – зарослями кустарниковых ив. Долгопоемное староречье характеризуется разреженным растительным покровом, образованным пионерными луговыми группировками из канареечника, осоки острой, водолюба, сочетающимися с мелкими контурами кустарниковых ивняков.

5. Глубокие лога (балки), рассекающие поперек прилегающую к долине Томи водораздельную равнину, в устьевой части лога, выходящие на I надпойменную

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

террасу, достигают глубины 40–50 м. Неширокие днища их изрыты постоянно действующими ручьями и заняты в основном сырыми березняками, березово-ивово- и ивово-дернистоосоковыми, нередко с тростником, низинными болотами. В верховьях балки многократно разветвляются с образованием сложной системы сухих ложбин различной глубины с наклоненными в сторону лога под разными углами продольными профилями. В растительном покрове ложбин господствуют среднесомкнутые березняки и осинники снытевые, кустарниково-снытевые бурьянисто-крупнотравные.

На данном физико-географическом фоне предварительно выявлены следующие типы экосистем:

А. Эллювиальные экосистемы водораздельной равнины

I. Экосистемы залежных земель бывшего питомника: 1 – залежные луга разных стадий восстановительной сукцессии; 2 – молодые березняки разнотравно-злаковые.

II. Искусственные леса и лесные культуры: 3 – средневозрастные сосняки (с березой) кустарниково-редкотравные и сорнотравные; 4 – молодые березняки кустарниково-редкотравные и редкотравные; 5 – мелкоконтурные посадки интродуцированных древесных и кустарниковых пород.

III. Полуестественные березовые и сосновые леса с реконструированным древостоем и деградированным напочвенным покровом: 6 – березняки и сосняки мелкотравно-узколистномятликовые; 7 – парковые березняки (с участием сосны, тополя, лиственницы) злаково-сорнотравные.

Б. Транзитные экосистемы склонов

IV. Экосистемы крутых (> 45°) склонов: 8 – сосняки с березой караганово-редкотравные; 9 – сосняки с березой караганово-полынно-разнотравные; 10 – заросли караганы; 11 – полынно-разнотравные остепненные луга.

V. Экосистемы среднекрутых (20–45°) склонов: 12 – березняки и сосняки караганово-осочковые; 13 – березняки осочково-разнотравные; 14 – злаково-разнотравные слабоостепненные луга; 15 – средневозрастные березняки кустарниково-мелкотравные; 16 – злаково-разнотравно-бобовые влажные луга.

VI. Экосистемы некрутых (<20°) склонов: 17 – березняки (с сосной) разнотравно-вейниковые; 18 – березняки злаково-крупнотравные (с участием орляка, сныти); 19 – злаково-разнотравные влажные луга.

В. Транзитно-аккумулятивные экосистемы отрицателных склоновых форм рельефа

VII. Экосистемы подножий склонов и склоновых ложбин: 20 – искуственные сосняки снытево-сорнотравные; 21 – искусственные сосняки кустарниково-снытевые; 22 – осинники и березняки снытевые; 23 – березняки кустарниково-снытевые; 24 – редкостойные березняки ежово-бурьянисто-разнотравные; 25 – ежово-бурьянисто-разнотравные влажные луга.

VIII. Экосистемы оползающих вогнутых склонов с неглубоким залеганием грунтовых вод: 26 – сырые березняки (с осиной) крупнотравные; 27 – березняки хвощево-мать-и-мачеховые.

IX. Экосистемы вогнутых склонов с выходами грунтовых вод: 28 – ивняковые болота; 29 – тростниковые болота в сочетании с тростниково-крупнотравными болотистыми лугами.

X. Экосистемы оврагов.

Г. Аккумулятивные экосистемы присклоновых оползневых и низких речных террас

XI. Экосистемы дренированных участков оползневых и I надпойменной террас: 30 – разнотравно-злаковые влажные луга и их антропогенные варианты; 31 – заросли кустарников сложного состава.

XII. Экосистемы днищ глубоких логов и отрицательных форм рельефа оползневых и I надпойменной террас: 32 – сырые березняки кустарниково-сорнотравные; 33 – заболачивающиеся березняки кустарниково-крупнотравные; 34 – ивняковые ключевые болота; 35 – березово-ивово-дернистоосоковые болота; 35 – тростниковые болота.

XIII. Экосистемы поймы низкого уровня: 36 – густые кустарниковые ивняки мертвопокровные и редкотравные; 37 – сырые канареечниковые и остроосоково-канареечниковые большей частью закустаренные луга; 38 – редкотравные пионерные группировки из водолюба с участием жерушника болотного, девясила британского, мяты полевой, полевицы стелящейся и т.д.

На основе полевых материалов составлены карта групп типов экосистем масштаба 1:10 000 и 2 геоботанических профиля через правый борт долины р. Томь.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ ОСНОВНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРИ

А.А. Пугачев
ИБПС ДВО РАН, г. Магадан
ibpn@online.su

Основными факторами, обусловливающими дифференциацию почвенного покрова Крайнего Северо-Востока, являются: различия в характере атмосферного увлажнения, термических условий и продолжительности теплого периода, поверхностного и внутриповерхностного дренажа, наличие или отсутствие мерзлотного водоупора. Специфичность почвообразования заключается в наличии вулканического пепла, геохимическом своеобразии территории, особенностях протекания почвенно-биологических процессов. Многовековое влияние криогенеза приводит к существенным изменениям в строении и физико-химических свойствах почвенного профиля, являясь активным фактором их генезиса.

Общие черты почвенно-биологических процессов

Основные виды растений Крайнего Северо-Востока характеризуются низким содержанием зольных элементов и азота с преобладанием последнего над Ca и K. Некоторое исключение представляют растения – торфообразователи, в которых увеличение общей зольности обусловлено значительной аккумуляцией кремния. Химический состав отдельных растений отличается достаточно четкой индивидуальностью, обусловленной определенной избирательной способностью по отношению к элементам питания. Характерной особенностью большинства растений региона является низкое содержание в составе золы фосфора вследствие наличия в почвах больших количеств несиликатных форм Fe и Al, связывающих фосфорную кислоту.

В ландшафтах с песчано-супесчаными и каменистомелкоземистыми почвами, подстилаемыми «сухой» многолетней мерзлотой, не служащей водоупором, мобилизованные при выветривании минералов кальций, калий, магний, фосфор, сера и марганец активно вовлекаются в круговорот, вследствие чего их роль в процессах внутрипочвенной миграции невелика; ограниченная геохимическая подвижность Fe и Al способствует ожелезнению и алюминированию почвенной толщи.

В ландшафтах с суглинисто-глинистыми почвами, характеризующимися близким залеганием льдистой многолетней мерзлоты, низкая водопроницаемость глеево-тиксотропных горизонтов, преобладание восходящей миграции почвенных растворов и наличие криогенного массообмена препятствуют элювиально-иллювиальной дифференциации почв, обусловливая их гомогенизацию. При этом основная часть элементов, мобилизованных в процессе выветривания минералов и разложении опада, вновь вовлекается в биологический круговорот. Однако последний характеризуется малыми емкостями и интенсивностью, в связи с чем его влияние на минеральную часть почвенного профиля ограничено.

Особенности функционирования основных ландшафтов

Горные тундры занимают около 14% площади Крайнего Северо-Востока [16] и характеризуются интенсивным физическим разрушением и заметным химическим выветриванием почвообразующих пород, приводящим к накоплению преимущественно обломочных фракций. В этих условиях функционирует [11] сильно заторможенный, очень малопродуктивный круговорот, результатом которого является ограниченное количество ежегодно формирующегося органического вещества (0,3–0,9 т/га). Поверхностное поступление отмершей растительной массы, связанное с преобладанием фотосинтезирующих органов и расположением корневых систем в верхней части профиля, в сочетании с замедленной деструкцией опада и его бедности основаниями приводит к образованию кислого и высокоподвижного гумуса, способного к внутрипрофильной миграции. Здесь сущность почвообразования заключается в специфическом своеобразии кислого выщелачивания в окислительной обстановке, формировании торфянисто-грубогумусовых горизонтов, фersиаллитизации минеральной части, иллювиально-гумусового перераспределения соединений Fe и Al, миграции суспензий и криогенной денатурации веществ, замедленности оподзоливания [14].

В ландшафтах зональных тундр (24% площади региона) краткость теплого периода, низкие суммы положительных температур, близкое залегание льдистой многолетней мерзлоты, медленное оттаивание, переувлажнение и оглеение всего деятельного слоя, плотная упаковка минеральных частиц и преобладание в их составе глинистых минералов обусловливают низкую энергетику почвообразования. Перечисленные факторы вызывают застойный водный режим, ограничивают нисходящие миграции почвенных растворов, способствуют активному развитию процессов криогенного влаго- и массообмена, а следовательно, и гомогенизации деятельного слоя тундровых глеевых почв [3, 4].

Кедрово-стланиковые заросли [2, 17, 18] занимают 6% площади Крайнего Северо-Востока. Значительна роль стланика в составе крупнокустарниковых тундр

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(18%) и лиственничных редколесий (13%). Особенности химического состава хвои кедрового стланика (низкая зольность, высокое содержание воско-смол) создают предпосылки к образованию слабоконденсированных гумусовых веществ преимущественно фульвокислотной группы [1]. В южной части региона на породах, обеспечивающих свободный внутрипочвенный дренаж, сравнительно быстрое оттаивание и прогревание почв, это реализуется в элювиально-иллювиальной дифференциации подвижных фракций гумуса, валовых и оксалатнорастворимых форм кремния, алюминия и железа между горизонтами [8]. В континентальных районах, при узком соотношении гумуса и мобилизованных R203 формируются почвы с бурым морфологически неоподзоленным профилем. На глинистых, суглинистых, реже суглинисто-песчаных породах с близким залеганием многолетней мерзлоты процесс почвообразования приводит к образованию гомогенно-глеевых почв с замедленной миграцией подвижных органических, органоминеральных и минеральных соединений в нижние горизонты и за пределы профиля.

Ландшафты лиственничных лесов и лиственничных редколесий [9] характеризуются разнообразием биоклиматических, литологических, гидрологических, геоморфологических и криологических условий. Результатом их взаимодействия является различная направленность почвообразовательного процесса, значительное варьирование запасов,структуры и продуктивности растительного покрова [6, 13]. Сочетание сравнительно высокой величины общего опада (до 9,5 т/га) и низкой его зольности (менее 1%) обусловливает здесь очень широкое соотношение между ежегодно отмирающей массой растений и содержащимися в ней зольными элементами. Это обстоятельство, наряду с сильной заторможенностью процессов разложения, предопределяет неусредненность продуктов гумификации и образование слабо конденсированных гумусовых веществ. По существу, закрепление элементов питания осуществляется лишь в нижнем слое лесной подстилки и торфянистых горизонтах. В результате лиственничные леса зависят в своем питании азотом и минеральными элементами в гораздо большей степени от мертвого опада, чем от минеральной толщи почв [10].

На каменисто-мелкоземистых отложениях, обеспечивающих свободный поверхностный и внутрипочвенный дренаж, формируются пойменные и подзолистые почвы, на суглинисто-глинистых – подзолисто-глеевые и криоземы [11].

Болота (7% площади) представляют собой сложные, саморегулирующиеся системы, в которых степень продуцирования органического вещества растений во много раз превышает темпы их разложения [5, 15, 19], что приводит к образованию промежуточных продуктов минерализации в виде низкомолекулярных кислот. В конечном итоге в составе гумуса накапливаются наиболее активные и подвижные фракции специфической и неспецифической природы.

На пониженных элементах рельефа происходит интенсивное оглеение минеральной части почв, относительное обогащение их кремнекислотой, образование подвижных форм марганца, обеднение железом и, в меньшей степени, алюминием. Создаются благоприятные условия для образования разнообразных органоминеральных соединений, имеющих важное значение в миграции указанных элементов из оглеенных горизонтов.

Специфической особенностью горных территорий является глубокое залегание многолетнемерзлого слоя и очень слабое оглеение минеральных горизонтов. Это обусловлено тем, что практически все поверхностные воды рассматриваемых ландшафтов образуются при таянии сезонной мерзлоты, в которой вода находится в ориентированном состоянии и существенно обогащена кислородом. С последним, очевидно, и связано слабое развитие восстановительных процессов и оглеения почв, находящихся в условиях постоянного переувлажнения.

Оценивая биопродуционные параметры экосистем региона в целом, следует отметить [12], что наибольшие запасы фитомассы формируются на пойменных мелкодерновых почвах прирусловых тополево-чозениевых и пойменных лиственничных лесов. Им свойственны максимальные значения ежегодного прироста при весьма низкой эффективности продуционного процесса. Лиственничные редколесья (подзолы, торфянисто-болотные почвы) и кедрово-стланиковые заросли (подзолы, подбуры), занимая свыше 50% лесопокрытой площади, обладают примерно в 3 раза более низкими запасами живой растительной массы и в 3–4 раза меньшей, чем в пойменных долинных лесах, продуктивностью.

В абсолютном выражении продуктивность горных тундр примерно на порядок ниже таковой лесных экосистем в поймах и долинах рек. Еще более существенны различия в отношении запасов фитомассы.

Зональные тундры по запасам фитомассы близки горным тундрам. В то же время более активное развитие на них травостоя обусловливает некоторое увеличение величины годичного прироста. Наконец, совершенно особое место занимают болотные сообщества: сочетание высокой степени обновляемости фитомассы с консервацией растительного опада на длительное время.

***

Влияние экологических условий, структуры биомассы и зольного состава доминантных видов растений проявляется в том, что горно-тундровые и тундровые экосистемы характеризуются малозольным, очень малопродуктивным, сильно заторможенным круговоротом веществ; экосистемы кедрово-стланиковых зарослей и лиственничных лесов – малозольным, мало- и среднепродуктивным, сильно заторможенным; экосистемы болот – среднезольным, очень и малопродуктивным, застойным.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Общей особенностью функционирования ландшафтов региона является несоответствие темпов поступления отмерших частей растений со скоростью их разложения, обусловливающее изъятие основной массы элементов-органогенов из биологического круговорота веществ на неопределенное время.

Рациональное использование природных комплексов региона должно быть ориентировано на экологически допустимое сбалансирование факторов природной среды и антропогенных воздействий с учетом их регламентации с природно-климатическими условиями конкретной местности и мирового опыта освоения северных территорий в целом. При этом система землепользования основывается на экологически обусловленной функционально-динамической комплексности, опирающейся на совокупность экологических функций почв и других компонентов ландшафтов, их пространственно-временной изменчивости.

Литература

1. Андреев Д.П., Пугачев А.А. Трансформация растительного опада в почвах охотской горной провинции // Экология. 1983. № 2. С. 8–13.
2. Гроссет Г.Э. Кедровый стланик. М., 1959. 143 с.
3. Караваева Н.А., Таргульян В.О. Об особенностях распределения гумуса в тундровых почвах Северной Якутии // Почвоведение. 1960. № 12. С. 36–45.
4. Караваева Н.А., Таргульян В.О. К изучению почв тундр Северной Якутии // О почвах Восточной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 53–72.
5. Козловская Л.С. Процессы разложения болотных растений в торфяных почвах // Почв. исслед. в Карелии. Петрозаводск, 1974. С. 100–146.
6. Москалюк Т.А. Структура и продуктивность лесов Северного Охотоморья. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 144 с.
7. Наумов Е.М., Градусов Б.П. Особенности почвообразования на северном побережье Охотского моря // Мерзлотные почвы и их режим. М.: Наука, 1964. С. 28–99.
8. Наумов Е.М., Туренко М.Н., Верба М.Н. Мерзлотно-таежные почвы Северо-Востока Азии // Почвоведение. 1985. № 6. С. 5–16.
9. Пармузин Ю.П. Тундролесье СССР. М.: Мысль, 1979. 295 с.
10. Пономарева В.В. Условия водно-минерального питания растений, типы растительности и почвообразование // География, генезис и плодородие почв: Сб. трудов. Вып. 5. Л.: Колос, 1972. С. 24–57.
11. Пугачев А.А. Продуктивность и биологический круговорот в экосистемах Крайнего Северо-Востока СССР // Современные проблемы географии экосистем. М.: Ин-т географии АН СССР, 1984. С. 122–124.
12. Пугачев А.А. Биопродуционные параметры экосистем Крайнего Северо-Востока // Пути совершенствования сельскохозяйственного производства на Крайнем Северо-Востоке: Сб. научн. трудов РАСХН. Сиб. отд-ние. Дальневост. отд-ние ЗНИИСХ СВ. Новосибирск, 1992. С. 3–13.
13. Пугачев А.А., Москалюк Т.А. Биологическая продуктивность некоторых фитоценозов Магаданской области // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Комплексное экологическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективе». Секция II. Магадан, 1980. С. 120–122.
14. Пугачев А.А. Экологические основы рационального использования почвенных ресурсов Крайнего Северо-Востока России // Автореф. дис... докт. биол. наук. Владивосток, 1996. 48 с.
15. Пьявченко П.И. Прирост фитомассы и скорость накопления торфа // Повышение продуктивности заболоченных лесов. Л., 1993. С. 42–46.
16. Реутт А.Т. Растительность // Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. С. 257–299.
17. Стариков Г.Ф. Некоторые данные о кедровом стланике // Бюлл. научн.-техн. информ. ДальНИИЛХ, 1957. Вып. 2. С. 24–27.
18. Тихомиров Б.А., Пивник С.А. Кедровый стланик (биология и использование). Магадан, 1961.
19. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М., 1976. 487 с.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Г.Н. Саввинов, Я.Б. Легостаева, Я.Р. Герасимов, П.П. Данилов
Институт прикладной экологии Севера Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск
Ylego@mail.ru

Материалы ландшафтно-геохимических исследований являются основополагающими при оценке состояния окружающей среды и прогноза ее изменений, происходящих в результате активной техногенной и антропогенной деятельности. Именно эти результаты составляют базовую, исходную основу любого вида мониторинговых исследований в районах с неблагоприятной экологической ситуацией. Значимость таких работ подчеркивается географическим положением территории Западной Якутии, расположенной в зоне вечной мерзлоты, предопределяющей специфику формирования северных ландшафтов и существенно затрудняющей, а нередко и полностью подавляющей отражение геохимических особенностей коренных пород на дневной поверхности.

Территория Западной Якутии характеризуется сочетанием площадей распространения геологических образований, различающихся между собой по возрастным, генетическим и вещественным признакам. Это обширные поля карбонатного плато, сложенного морскими осадками раннего палеозоя. Большая часть принадлежит областям развития терригенных и терригенно-континентальных отложений позднего палеозоя и раннего мезозоя. Исключительное значение имеют и площади покровных интрузий основного состава (траппов) и ассоциирующих с ним вулканогенно-осадочных образований раннего мезозоя.

По комплексу признаков территория Западной Якутии относится к северо-таежному широтно-зональному классу платформенных природных ландшафтов, в строении которых принимают участие аккумулятивные, аккумулятивно-эрозионные и эрозионно-денудационные роды ландшафтов. В пределах формирования последних находится территория Мирнинского промышленного округа, природные ландшафты которой характеризуются развитием аллювиальных и делювиально-пролювиальных структурных морфогенетических видов в условиях пойменного и полого-увалистого рельефа.

Почвы природных ландшафтов Мирнинского промышленного округа по генетическим признакам относятся к мерзлотным аккумулятивно-гумусовым. Зональным типом данного региона являются мерзлотные дерново-карбонатные почвы, которые в естественных условиях занимают водораздельные пространства и верхние части пологих склонов. Почвы формируются на элювии и элюво-делювии кембрийских, девонских, силурийских известняков и доломитов под пологом лиственничников.

В зоне распространения этих почв выпадает больше осадков и значительно лучше водообеспеченность (Еловская, 1987).

Приведем наиболее характерное описание разреза.

Разрез 12. *Местоположение: левобережье р. Ирелях, водораздел между старым отстойником (безымянный ручей) и водохранилищем «Ирелях». Высота 365 м над уровнем моря.*

Микрорельеф: полигонально-трещиноватый.

Растительность: лиственничник голубично-зеленомошный. В подросте: лиственница, ива, берда. Кустарники: голубика, шиповник якутский, жимолость. В напочвенном покрове доминируют зеленые мхи. Есть брусника, арктоус красноплодный, осока лесная, лишайники, грушанка, иван-чай, крестовник.

АО – 3–0 – подстилка из хвои лиственницы, зеленые мхи, сухая.

АОА1 – 0–3 – темно-серый, сухой, рыхлый, густо переплетен корнями, пронизан грибным мицелием, грубо-органический горизонт. Граница ровная, переход в нижележащий горизонт заметный.

$В_{са}$ – 3–42 – неровно окрашенный, от светло-коричневого до шоколадно-коричневого, тяжелосуглинистый, свежий, плотный, верхняя часть пронизана мицелием, при копке рассыпается, мелкоореховато-пороховидный, пронизан корнями (диаметром до 3 мм), содержит гнезда разложившихся карбонатов, окисленный с ржавым налетом щебень, охристые пятна, слабо вскипает от HCl с 15 см. Граница неровная, переход в нижележащий горизонт ясный по цвету.

$ВС_{са}$ – 42–54 – более светлый, чем вышележащий горизонт, с салатовым оттенком, с ржавыми точками и пятнами, тяжелосуглинистый, мелкоореховатый, содержит щебень в полуразложившемся состоянии до 20 %. Бурно вскипает от HCl. Мерзлота на глубине 54 см не обнаружена.

Для этих почв в естественных условиях характерны: щебнистость, тяжелый гранулометрический состав с преобладанием илистой фракции по всему почвенному профилю (до 44,1 %). Вскипают от соляной кислоты с 15 см. Реакция среды, начиная с верхних горизонтов вниз по профилю, колеблется от слабокислой до слабощелочной. Содержание органики, доступного азота и подвижных форм фосфора и калия низкое, имеет с глубиной убывающий характер (табл. 1).

В посттехногенных условиях этот тип почв сильно деградирован. Техногенные факторы отражают специфику технологии алмазодобывающей промышленнос-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ти, на примере Мирнинского ГОКа, имеют преимущественно локальный характер. Из их числа наиболее значимы процессы влияния гидротехнических сооружений отвалов, карьеров, систем трубопроводов. При этом процесс деградации ландшафтов, в частности почв, как их основной вещественной составляющей, имеет практически необратимый характер.

Точка 1. Старые 40-летней давности нарушенные территории за аэропортом, от взлетной полосы 340 м. Вершина отвала. В условиях естественных ландшафтов – мерзлотная дерново-карбонатная почва.

Микрорельеф: холмисто-увалистый.

Растительность: пионерные виды – иван-чай, хвощ полевой, пырей, ячмень гривастый, лисохвост, скерда, малина, вейник.

0–10 см – серовато-коричневый, тяжелосуглинистый, свежий, пороховидно-ореховатый, пронизан мелкими корнями.

10–20 см – буровато-коричневый с ржавыми пятнами, более светлый, чем нижний горизонт, тяжелосуглинистый, мелко-ореховатый, влажный, пронизан корнями, видны угольки.

20–30 см – темно-бурый с ржавыми пятнами, тяжелосуглинистый, влажный, комковатый, пронизан корнями. Видны угольки.

Не вскипает от HCl по всему профилю.

В морфологическом строении полностью разрушены генетические горизонты, гранулометрический состав по всему профилю относится к одной градации и окраска приобретает более однородный тон.

После воздействия произошло резкое уменьшение содержания химических показателей почвы. Реакция среды по всему профилю нейтральная. В результате механического воздействия произошло перераспределение почвенного материала, вследствие чего содержание органики и доступного азота приобрели нарастающий с глубиной характер, а фосфор и калий распределены по почвенному профилю неестественно равномерно.

В сочетании с вышеописанными почвами в пределах природных ландшафтов Мирнинского промышленного округа также встречаются мерзлотные перегнойно-карбонатные почвы, которые развиваются на тех же породах, занимая обычно нижние трети вогнутых пологих склонов; реже встречаются в микропонижениях плоских водоразделов под пологом лиственных кустарниково-моховых и травянистых в условиях временного избыточного увлажнения (весной и после обильных дождей). Почвы относятся к полугидроморфным, т.к. получают дополнительное увлажнение за счет поверхностного и надмерзлотного стока (Еловская, 1987).

Приведем описание одного из разрезов.

Разрез 7. *Местоположение: 1 надпойменная терраса верхнего течения р. Ирелях, правый берег, около 6 км от водохранилища выше против течения, в 30 м от уреза воды.*

Общий рельеф: уклон в сторону реки 5–10°.

Микрорельеф: полигонально-трещиноватый (диаметр полигонов 50–70 см, западины 50 см).

Растительность: ерниковые заросли: преобладает береза тощая. В примеси – ива, курильский чай, жимолость. Встречаются отдельные лиственницы, ели. В напочвенном покрове доминируют зеленые мхи.

А0 – 3(5)–0 – подстилка из зеленых мхов, влажная в нижней части.

Ah T – 0–7 – перегнойно-торфянистый, рыхлый, влажный, состоит из грубой плохо разложившейся органики. Граница ровная, переход в нижележащий горизонт заметный.

Ah – 7–15(19) – темно-серый, легкосуглинистый, влажный, комковатый, состоит из хорошо разложившегося органического вещества. Граница горизонта неровная, языковатая. Переход ясный.

B – 15(19)–57 – серовато-бурый, неровноокрашенный, с пятнами гумусовой пропитки, глинистый, влажный, пронизан отдельными крупными корнями растений. Несет признаки криомассообмена. На глубине 20–26 см содержит фрагменты горизонта Ah. С глубины 30 см встречаются щебень и плитняк известняков, 10–15 % от объема. Щебень вскипает от соляной кислоты. На глубине 57 см – мерзлота.

Полигонально-трещиноватый рельеф на этих почвах хорошо развит. Почвы имеют более мощный гумусовый горизонт перегнойного характера, органическое вещество мало насыщено азотом. Вскипание отмечается сразу за гумусовым горизонтом. Глубина оттаивания достигает 1,3 м. Имеют тяжелый гранулометрический состав. Мерзлотные перегнойно-карбонатные почвы отличаются в верхних горизонтах сильнокислой, а в нижних слабощелочной реакцией среды, более высоким содержанием гумуса и азота по всему почвенному профилю, чем дерново-карбонатные почвы.

В посттехногенных ландшафтах трансформация данных почв происходит аналогично, как и в дерново-карбонатных, т.е. полное разрушение генетических горизонтов, уменьшение содержания основных химических показателей.

Для примера приведем описание более характерного пункта опробования.

Точка 2. Полуяма заложена в пойме р. Ирелях, ниже города Мирного по течению реки 1 км. Территория старого дражного полигона. В условиях естественных ландшафтов – мерзлотная перегнойно-карбонатная.

Микрорельеф: ровный, сглаженный.

Растительность: пионерные виды – единичные ивы, хвощ, осока.

0–15 см – светло-серый, супесчаный с примесью песка, свежий, уплотненный, видны блестящие частицы слюды. Горизонт не вскипает от HCl. Граница ровная, переход на следующий горизонт ясный.

15–20 см – темно-серый, тяжелосуглинистый, влажный, уплотненный, по всему горизонту видны ржавые пятна (40 %), не вскипает от HCl.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Пробы отобраны из глубин: 0–10, 15–20 см.

После техногенного воздействия реакция среды становится ближе к нейтральной, независимо от слоя. Как и в предыдущем примере, произошло резкое снижение и равномерное или нарастающее с глубиной профильное распределение основных агрохимических показателей.

Таким образом, в результате прямого техногенного воздействия на почвы в условиях северных ландшафтов Западной Якутии характер профильного распределения основных химических показателей становится неестественно равномерным, а в некоторых случаях имеет нарастающий с глубиной характер, в результате массообмена наблюдается гомогенность почвенного материала. Более того, изменяется геохимическая специализация ландшафтов. Если в условиях естественных ландшафтов наблюдается тенденция к накоплению в почвах элементов, типоморфных подстилающим породам, то в техногенно-нарушенных ландшафтах происходит накопление широкого спектра микроэлементов. Естественные почвы территории Мирнинского кимберлитового поля характеризуются накоплением Co, Li, P и Ga с низкими коэффициентами концентрации (табл. 2). Для почвогрунтов техногенно-нарушенных ландшафтов характерно накопление следующих элементов:

$Nb_{5,2} > Ga_{4,0} > Y_{3,7} > Ti_{2,4} > Pb_{2,3} > Zn_{2,2} > Mo_{2,1}$

При этом происходит аккумуляция в поверхностных слоях почвогрунтов элементов-токсикантов 1, 2 и 3-го классов опасности.

На сегодняшний день наиболее актуален вопрос о возможности реабилитации территорий, нарушенных вследствие работы предприятий алмазодобывающей промышленности.

Нами начаты рекультивационные работы на отвалах карьера трубки «Мир». Проведена отсыпка отвалов почвенным материалом до глубины 50 см. Почвенный материал для отсыпки представляет собой в естественном состоянии мерзлотную перегнойно-карбонатную почву (см. табл. 2). Мониторинговое геохимическое опробование рекультивационного участка будет проводиться через год после отсыпки.

В целом уже сейчас наблюдается механическое перераспределение почвенного субстрата по склону отвала и некоторая аккумуляция его в средней части. На момент исследований превышение регионального фона были зафиксированы по Cr, Zn, B, Li, Ni в пределах от 1,5 до 4,2 раз. Концентрация микроэлементов с глубиной почвенного субстрата увеличивается, что совершенно не характерно для насыпных грунтов, где содержание веществ распределено относительно равномерно. Следовательно, прослеживается явная тенденция к накоплению в почвогрунтах подвижных элементов, характеризующих субстрат отвалов. Однако при анализе суммарных концентраций микроэлементов в почвах почвогрунты отвалов карьера трубки «Мир» вполне пригодны для рекультивационных мероприятий. Превышение коэффициента токсичности были зафиксированы только на вершине отвала по скандию.

Таким образом, геохимические характеристики природных ландшафтов соподчинены особенностям геологической среды, вариациям состава почв, природных вод и растительности.

Геохимия техногенных ландшафтов Западной Якутии отражает помимо природной аномальности и специфику технологий алмазодобывающей промышленности. В данном случае в специфичных криогенных условиях территории Западной Якутии техногенные ландшафты выполняют роль своеобразных геохимических барьеров и их искусственное создание позволяет локализовать масштабы техногенного загрязнения и предотвращать их дальнейшее распространение.

Таблица 1

Сравнительный анализ агрохимических свойств почв и почвогрунтов

Тип почвы	Разрез	Глубина отбора проб, см	pH водный	Органика, %	$N_{общ}$, %	Подвижные, мг/100г	
						P_2O_5	K_2O
Мерзлотные дерново-карбонатные почвы							
Естественная	Р-12	3–0	6,45	85,72*	0,27	–	–
		0–3	7,07	7,45	0,21	0,20	50,3
		3–42	7,7	2,50	0,09	0,13	32,6
Техногенно-измененная	Т–1	0–10	6,86	1,15	0,06	0,04	23,3
		10–20	6,82	2,15	0,10	0,05	24,2
		20–30	7,01	2,40	0,16	0,07	23,7
Мерзлотные перегнойно-карбонатные почвы							
Естественная	Р–7	3(5)–0	5,2	97,49*	1,04	–	–
		0–7	6,21	32,51*	0,64	0,46	16,3
		7–15(19)	7,38	16,00	0,52	0,21	24,2
Техногенно-измененная	Т–2	0–10	7,44	1,08	0,04	0,06	13,5
		15–20	7,6	2,65	0,08	0,05	18,1

* Значение ППП.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица 2

Оценка содержания микроэлементов в почвах окрестности рудника "Мир"

№	Элемент	K_K относительно геофона	
		Естественный ландшафт	Техногенно-нарушенный ландшафт
		Почва: мерзлотная перегнойно-карбонатная	
1-й класс опасности			
1	Pb	0,5	**2,3**
2	Zn	0,9	**2,2**
2-й класс опасности			
3	B	0,9	**1,8**
4	Cr	0,9	**1,6**
5	Co	1	1
6	Ni	0,9	**1,8**
7	Cu	0,9	**1,4**
8	Mo	0,7	**2,1**
3-й класс опасности			
9	Ti	0,7	**2,4**
10	V	0,9	0,9
11	Mn	0,8	**1,2**
12	Sn	0	**1,9**
Микроэлементы типоморфные для подстилающих пород Мирнинского кимберлитового поля			
13	Li	1	0,9
14	P	1,1	1,1
15	Sc	0	0
16	Ga	1	1
17	Ge	0	**4**
18	Y	0	**3,7**
19	Nb	0	**5,2**
20	Ag	0	1

Примечание. Жирным шрифтом выделено значение от 1 до 5 баллов.

Литература

Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 172 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439 с.

Кокин А.В., Сухоруков В.И., Шишигин П.Р. Региональная геохимия. (Южное Верхоянье). Ростов-на-Дону: ООО Ростиздат, 1999. 432 с.

Методические рекомендации по геохимическим исследованиям для оценки воздействия на окружающую среду проектируемых горнодобывающих предприятий. М.: ИМГРЭ, 1986. 99 с.

ГОСТ 17.5.4.02–84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах.

ГОСТ 17.5.1.02–85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.

ГОСТ 17.5.3.04–83. Охрана природы Земли. Общие требования к рекультивации земель.

ГОСТ 17.5.3.05–84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО САМОСОЗНАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

*Г.Б. Сорока, **О.Б. Щербакова
*Гарвардский университет, г. Бостон
soroka@fas.harvard.edu
**Томский государственный университет, г. Томск

Сегодня проблемы, связанные с экологией, приобрели глобальный характер, и от их решения зависит как будущее отдельных наций, так и будущая жизнь всего человечества. Решение или смягчение этих проблем во многом зависит от правовой и экологической грамотности и активности населения.

В связи с этим представляет немалый интерес выявление экологического самосознания населения, осведомленность его об экологических правах и готовность их отстаивать. Данное социологическое исследование проводилось на основе отношения населения к проблеме сохранения Байкала как природного объекта глобального значения, представляющего интерес как для жителей России, так и сопредельных государств. Цель определила следующие задачи: а) отношение людей к проблеме Байкала; б) изучение осведомленности об экологических правах и отношение к ним; в) выявление экологической активности населения; г) соотношение политической и экологической активности.

Исследования проводились путем интервьюирования и анкетирования. Интервьюирование проводилось среди жителей побережья Байкала, им были предложены в целом те же вопросы, которые содержались в анкете, но их круг был значительно расширен.

Анкетированию было подвергнуто 200 человек из 4 в разной мере удаленных от Байкала городов – Ишима, Томска и Улан-Удэ. Для контроля такая же анкета была предложена жителям казахстанского города Алма-Аты. Анкетируемые были разного возраста, с разным уровнем образования, доходов и политической активности. По каждому из исследуемых параметров бралось в среднем одинаковое количество респондентов. Респондентам была предложена анкета, разработанная Дж.Б. Сорокой. В результате количественного и контент-анализа анкет были получены следующие данные.

Отношение к проблеме Байкала до некоторой степени иллюстрирует экологическую сознательность населения. Для его выявления в анкете предлагался вопрос о том, что для респондента означает Байкал и среда, окружающая его. Оценка результатов проводилась по десятибалльной шкале, где 10 – осведомленность об уникальности данного объекта, 5 – просто осознание его рекреационного значения и 0 баллов – отсутствие информации или безразличное отношение.

Соотношение осведомленности о Байкале по городам получилось следующим: Ишим – 6,5 баллов, Улан-Удэ – 6,4 балла, Алма-Ата – 5,8 и Томск – 5,4 соответственно (рис. 1). Такие результаты можно, по-видимому, объяснить тем, что для жителей Улан-Удэ Байкал является окружающей средой и они не сразу вспоминают об уникальности данного места.

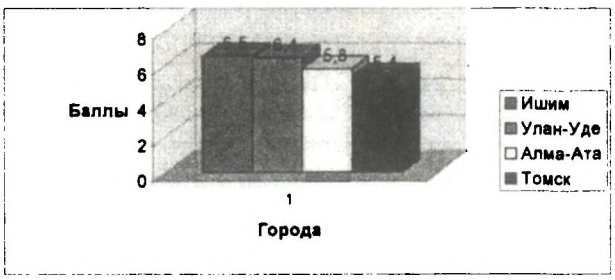


Рис. 1. Осведомленность населения о проблеме Байкала в зависимости от удаленности респондентов от объекта

Наблюдается тенденция к повышению процента осведомленности граждан в зависимости от возраста: 5,5 баллов для людей от 18 до 25 лет, 5,7 – от 26 до 45 лет и 6,3 – для респондентов старше 45 лет (рис. 2).

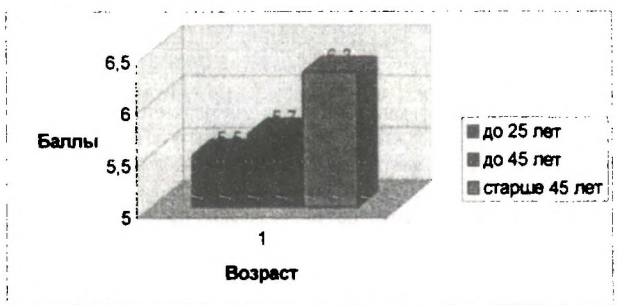


Рис. 2. Осведомленность населения об уникальности озера Байкал в зависимости от возраста респондентов

Осведомленность о Байкале повышается в зависимости от уровня образования: 3,5 баллов для людей с незаконченным и средним образованием, 5,7 баллов для опрашиваемых со специально профессиональным и техническим образованием, а также с незаконченным высшим, и для населения с высшим образованием осведомленность составляет 7,1 балла (рис. 3).

Для выявления экологической и правовой грамотности были предложены вопросы о том, какие экологические права есть у людей на самом деле, что они для опрашиваемых означают и какие из них являются, по их мнению, самыми главными.

Анализ данных показал, 75,5% опрошенных считают, что никаких экологических прав у них нет, по крайней мере, что они не реализуются; 29% считают, что есть права на чистую окружающую среду; 1,5% – право

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

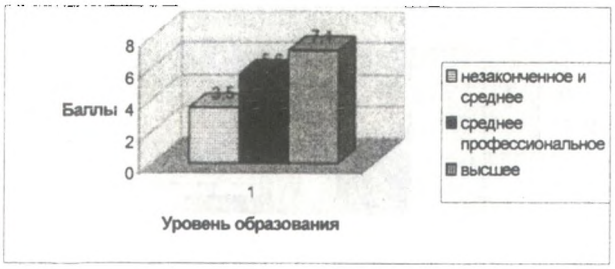


Рис. 3. Осведомленность населения в зависимости от уровня образования респондентов

на сохранение здоровья; 1,5% отвечают, что имеют право на достоверную информацию об окружающей среде и ее изменениях (рис. 4). В сумме получается несколько больше, чем 100%, и это объясняется тем, что некоторые из респондентов привели более одного примера своих экологических прав.

Следующий вопрос касался мнения людей о том, считают ли они, что происходит нарушение их экологических прав, и если да, то предлагалось привести несколько примеров из их личного опыта. Анализ ответов показал, что 40,6% опрошенных считают, что никаких прав они не имеют, а в результате этого и не происходит

Рис. 4. Осознание респондентами своих экологических прав

никаких нарушений. При этом 59,4 % считают, что нарушения происходят, из них: 48% видят эти нарушения в загрязнении окружающей среды; 6,6% – в повышенном уровне радиации; 2% связывают нарушения своих экологических прав с финансовыми затратами на посещение природных объектов (это касается жителей города Алма-Аты, и если посмотреть процентное соотношение исключительно по этому городу, то там оно составляет 12%); 1,5% считают последствием нарушения экологических прав ухудшение здоровья и 1% полагают незаконным отсутствие льгот для населения, проживающего в зоне повышенной экологической опасности (рис. 5).

Экологическая активность населения определялась по результатам ответов на пять вопросов. Вопросы включали следующее: считают ли опрашиваемые, что возможно каким-то образом противодействовать экологическим правонарушениям, пытались ли они когда-нибудь действовать в защиту своих экологических прав, смогли бы респонденты принять участие в митинге в защиту своих экологических прав, написать (подписать) письмо в органы власти и участвовать в работе какой-нибудь общественной «зеленой группы». Таким образом, максимальный результат мог быть 5 баллов.

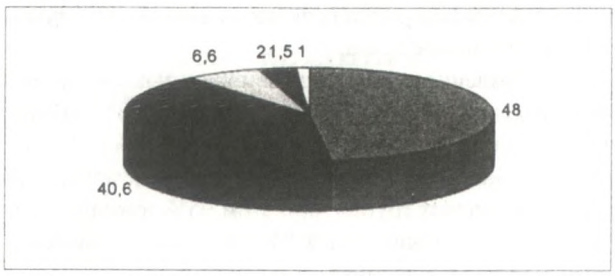


Рис. 5. Мнение респондентов о нарушении их экологических прав

В среднем активность составила 2,5 баллов. Эта цифра ниже ожидаемой из-за того, что очень низок процент лиц, готовых принять активное и систематическое участие в работе природоохранных групп. Основная причина отказа – отсутствие свободного времени, обусловленное необходимостью работать на двух работах, и т.д.

По возрасту экологическая активность составила: в первой категории – 2,7, во второй – 2,3 и в третьей – 2,4 балла (рис. 6). Судя по результатам, можно предположить, что в разных возрастных группах имеются свои особенности, поскольку респонденты разного возраста заметно расходятся в экологической активности. Анкетируемые возрастной группы до 25 лет проявили уровень экологической активности значительно выше других групп. Опрашиваемые более старшего возраста оценивают свою готовность участия в экологической активности сравнительно невысоко. Это можно объяснить повышением роли экологии в учебном процессе. В последнее время и в школах, и в вузах появились предметы, связанные с проблемами экологии, которых не было во времена, когда получали образование люди более старшего поколения. Можно предполагать, что государственная поддержка экологического образования детей и молодежи дала свои результаты. Однако результаты опроса свидетельствуют и о том, что экологическому просвещению людей среднего и старшего возраста уделяется недостаточное внимание.

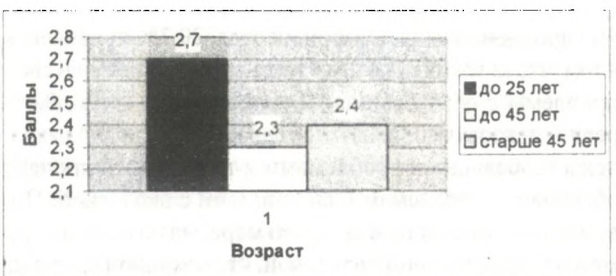


Рис. 6. Экологическая активность респондентов в зависимости от возраста

Довольно неожиданные результаты получились при сравнении групп с разным образовательным уровнем и доходами. По баллам, определяющим активность лиц с разным уровнем образования, получились соотношения, представленные на рис. 7 и 8. Таким образом, получается, что чем более человек образован и материально обес-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

печен, тем меньше у него появляется желания защищать свои экологические права.

Осведомленность опрашиваемых о знании работы экологических групп по городам составила 28% по Томску, 14% для Алма-Аты, 8% в Улан-Уде и 3% в Ишиме (рис. 9). Данные показывают хорошую осведомленность о работе «зеленых групп», при этом 95% томичей в качестве примера привели ТЭСИ (Томская студенческая экологическая инспекция).

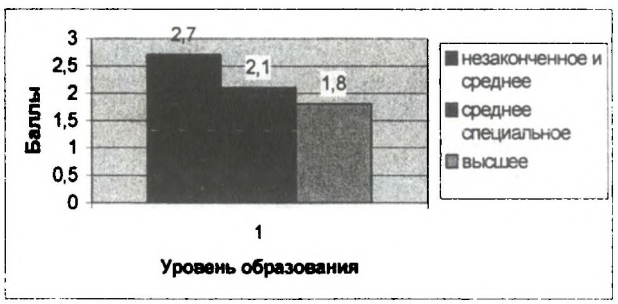


Рис. 7. Экологическая активность респондентов в зависимости от уровня образования

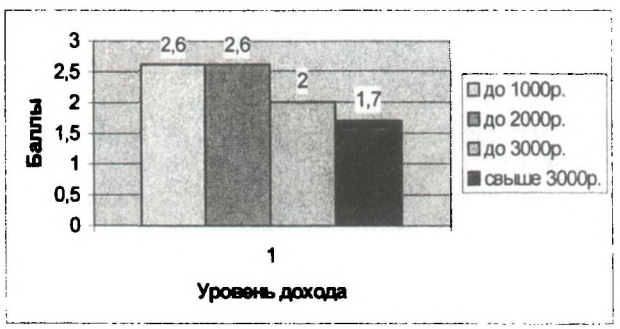


Рис. 8. Экологическая активность респондентов в зависимости от дохода

Немалый интерес представляет определение места экологии в системе ценностей (рис. 10). Для выявления этого был предложен вопрос о том, какие проблемы являются сейчас для респодентов самыми главными. Результаты показали, что для 48% опрашиваемых основной проблемой является финансовая, 20,3% признались в том, что никаких проблем у них нет, 14,2% связали свои проблемы с образованием и воспитанием детей, 8,6% респондентов озабочены здоровьем, 8,1% людей озадачены глобальными проблемами и только один процент обеспокоен проблемами, связанными с экологией. По-видимому, это можно в какой-то мере связать с проводимой государственной политикой, что «охраной природы надо заниматься только после того, как будут решены экономические проблемы». Получается, что состояние окружающей среды не входит в число приоритетных проблем ни правительства, ни населения.

Политическая активность определялась избирательной активностью и определялась в зависимости от того, ходит ли анкетируемый на выборы органов власти всегда, как правило, редко или не ходит вообще (максимум 100 баллов), а экологическая активность опреде-

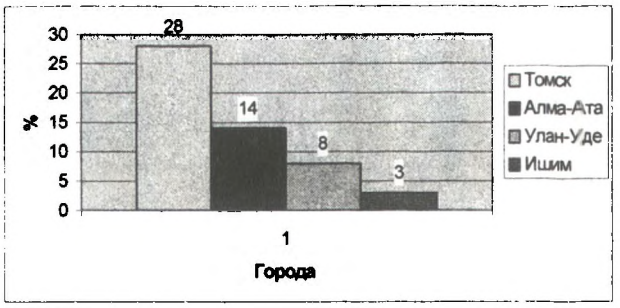


Рис. 9. Осведомленность респондентов о работе экологических групп

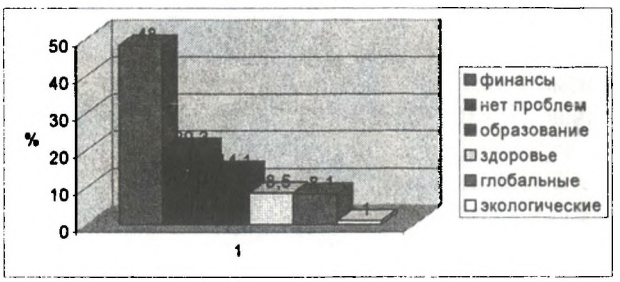


Рис. 10. Место экологии в системе ценностей

лялась так же, как и в предыдущих исследованиях (максимум 5 баллов). Взаимосвязи между политической и экологической активностью практически нет (рис. 11).

Проведенные исследования показали, что:

а) респонденты разного возраста заметно расходятся в экологической активности;

б) чем более человек образован и материально обеспечен, тем меньше он склонен защищать свои экологические права;

Рис. 11. Соотношение политической и экологической активности респондентов

в) взаимосвязи между политической и экологической активностью практически нет;

г) проблемы экологии являются приоритетными лишь для одного процента опрошенных. Значительно больший процент населения обеспокоен финансовыми проблемами, воспитанием детей и здоровьем.

Интервьюирование населения в районе Байкала, а также анкетирование показали, что большинство людей (около 93%) обеспокоены состоянием окружающей среды, но не знают о своих законных правах. Почти все считают, что даже если законы существуют, то не исполняются. Тем не менее это не значит, что россияне не озабочены состоянием своей окружающей среды, а говорит о том, что экологические проблемы тесно связаны с другими проблемами.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАПРАВЛЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ МОЛОДНЯКОВ И РАСШИРЕНИЯ ПЛОЩАДИ НАСАЖДЕНИЙ КЕДРА СИБИРСКОГО В ЮЖНОМ ПРИОБЬЕ

В.В. Читоркин, А.Ю. Бочаров
Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Томск
root@ienc.tomsk.ru

Южная граница ареала кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в Приобье за последние 150–200 лет сместилась на 30–50 км и на сегодня проходит севернее естественной климатической границы распространения кедра сибирского. Этот процесс обусловлен историко-антропогенными факторами, такими как лесные пожары, вырубка леса и интенсивное сельскохозяйственное освоение земель (Горчаковский, Коновалов, Урванов, 1948; Горчаковский, 1956; Соловьев, 1955; Бех, 1974). В кедровых лесах Приобья, особенно на южной границе ареала кедра, идет интенсивное вытеснение кедра другими, в основном лиственными породами. В то же время климатические условия южно-таежного Приобья, хороший рост кедра, наличие и жизненное состояние кедрового подроста в других лесных формациях указывают на возможность восстановления и направленного формирования целевых качеств будущих кедровых насаждений во всех частях ареала, а также несколько южнее его в части осиновых, березовых и сосновых лесов (Бех, 1974; Бех, Воробьев, 1998). Такое восстановление может быть осуществлено с помощью лесохозяйственных мероприятий, направленных на содействие обсеменению, росту и развитию кедрового подроста. На сегодняшний день из многочисленных приемов лесоводственного вмешательства в лесообразовательный процесс наиболее перспективными являются рубки ухода по освобождению кедрового подроста из-под полога других пород (Бех, Воробьев, 1998).

Ранее было показано, что освобождение кедрового подроста из-под соснового полога дает ряд лесоводственных преимуществ при направленном создании кедровников (Бех, 1974). Под сосновым пологом насчитывается до 5–7 тыс. шт/га кедрового подроста, в нем преобладают экземпляры среднего и повышенного жизненного состояния (до 80%), которые значительно легче переносят изменение лесорастительных условий после осветления по сравнению с подростом других категорий. У подроста кедра, произрастающего под пологом сосновых насаждений, более высокие показатели роста, чем в материнских древостоях. Кроме того, прирост имеет тенденцию ежегодного повышения, в то время как в еловых и кедровых лесах прирост увеличивается до возраста 15–17 лет, после чего начинает снижаться.

Цель работы – оценить состояние кедровых молодняков, осветленных из-под полога сосновых насаждений в лесорастительных условиях южной границы ареала кедра сибирского в Приобье, вскрыть основные особенности их линейного и радиального роста, а также рассмотреть возможности формирования целевых кедровников в молодняках, осветленных из-под соснового полога.

Исследования проводились в Орско-Симанском лесничестве Колыванского лесхоза Новосибирской области на вырубке 1970 г., на которой кедровый подрост за один прием рубок ухода был освобожден от полога соснового насаждения разнотравного типа леса. Предыдущие исследования на двух постоянных пробных площадях (размером 1 га) проводились И.А. Бехом в 1969–1971 и 1984–1986 гг. (Бех, 1974, 1992). В 2001 г. на пробных площадях проведен сплошной перечет, срублено по 5 модельных деревьев кедра для анализа линейного и радиального роста. Подрост учитывался по породам и группам возраста на трансектах шириной 2 м, проходящим по наиболее характерным участкам насаждений, при этом отдельно учтены усохшие экземпляры. Общая длина трансект на каждой пробной площади была не менее 400 м.

Прирост в высоту измерялся по мутовкам, по диаметру – дендрохронологическими методами. Для анализа радиального роста кедра были построены древесно-кольцевые хронологии по двум взаимно перпендикулярным радиусам на спилах модельных деревьев, взятых на высоте 1,3 м. При подготовке спилов моделей добивались высокой степени обработки поверхности (зачисткой лезвием), для более четкого проявления клеточной структуры годичных колец в зачищенную поверхность керна втирался порошок мела (Фильрозе, Гладушко, 1986). Ширина годичных колец измерена с точностью до 0,01 мм на полуавтоматической установке LINTAB-III и обработана с помощью пакета программ TSAP для анализа дендрохронологических рядов. Все статистические расчеты осуществлены с помощью специализированного программного пакета для дендрохронологических исследований (DPL). Перекрестная датировка хронологий проведена с помощью компьютерной программы COFECHA, стандартизация индивидуальных серий ширины годичных колец выполнена программой CRONOL (Holmes, 1994).

По материалам проведенных ранее исследований (Бех, 1974) установлено, что до рубки под пологом насчитывалось 4,2–5,8 тыс. шт/га подроста сосны, 1,4–2,2 кедра и менее 0,1 тыс. шт/га березы. После завершения всех лесозаготовительных операций на вырубке сохранилось 2,2–3,7 тыс. шт/га сосны и 1–1,6 тыс. шт/га кедра. За последующие три года усохло в среднем 34% сосны, отпад кедра составил 15,6%. По данным И.А. Беха (Бех, 1992), за

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

прошедшие после осветления 15 лет на вырубке в среднем усохло 50,8% сохраненного при рубке подроста кедра и 53,7% сосны. Было показано, что через 6–7 лет отпад кедра практически прекратился и возобновился на 9–10-й год после того, как сосна обогнала в росте и начала повторно угнетать кедр. При обследовании 1984–1986 гг. на 1 га вырубки было учтено в среднем 1680 деревьев сосны, 630 здоровых экземпляров кедра и 30–42 усохших и усыхающих, 12 шт. березы. Средняя высота сосны составляла 7,7 м, средний диаметр – 10,6 см, сохранившихся кедров – 7,1 м и 9,4 см. Подрост кедра последующей генерации встречался единично.

Проведенные в 2001 г. исследования показали, что на площадях без повторного ухода сформировались березово-кедрово-сосновые насаждения мелкотравного типа леса составом 32–35 К 53–66 С 2–12 Б ед. Е. (табл. 1). Отмечен отпад сосны и кедра в среднем до 50% от учтенного в 1984–1986 гг. и увеличение доли березы в составе древостоя. На пробной площади 1 полнота – 0,88, возраст кедра варьирует от 49 до 66 лет, составляя в среднем 61 год, на ППП 2 количество деревьев значительно ниже, поэтому полнота составляет 0,45, возраст кедра варьирует от 56 до 66 лет, составляя в среднем 62. Молодые сосны заполняют участки трелевочных волоков, просветы между кронами и выходят в основной ярус.

щины учтено 30% соснового элемента, кроме того, отмечены отдельные деревья (до 5%) с диаметром 32 см. Приведенные данные показывают лучшее состояние сосновой части древостоя. На ППП 2, несмотря на то что полнота насаждения ниже, кедр также находится в подчиненном положении, к ступеням толщины 8–12 см относится 68%, 16–20 см – 23%, 24–28 см – 7%. Сосна в данном насаждении распределена по названным группам ступеней толщины следующим образом: 48, 38 и 12% соответственно.

Такой характер распределения древостоя указывает на необходимость повторного проведения рубок ухода с целью повышения доли кедра в составе насаждения. Средний диаметр и высота кедра позволяют прогнозировать возможность направленного формирования данных насаждения как кедровников повышенной орехопродуктивности при условии вырубки на первой пробной площади 100% сосны и примеси березы, а так же кедра в пределах 40% с последующим прореживанием угнетенных и слабоплодоносящих деревьев. На ППП 2 целесообразно провести полную вырубку сосны и примеси березы и последующее прореживание кедра в пределах 30%. Количество кедра ко времени завершения прореживания (80 лет) должно составлять не более 175–200 шт/га (Некрасова, 1964; Бех, Воробьев, 1998; Читоркин 2001).

Таблица 1

Таксационные показатели молодняков, формирующихся после осветления кедрового подроста

№ ППП	Показатель					
	Количество деревьев, шт/га, в т.ч. кедра	Состав древостоя (по количеству деревьев)	Средний диаметр, см		Средняя высота, м	
			Порода			
			Сосна	Кедр	Сосна	Кедр
1	1079 345	66С32К2Б	20,0 ± 0,21	13,5 ± 0,27	19,5 ± 0,39	13,5 ± 0,26
2	647 226	53С35К12Б+Е	15,1 ± 0,33	13,3 ± 0,40	16,7 ± 0,46	13,2 ± 0,47

Полученные результаты показали, что рост кедра по диаметру и в высоту не имеет существенных различий по пробным площадям. За учетный период с 1986 г. прирост кедра по диаметру на ППП 1 составил только 43,6%, на ППП 2 – 41,4%, средняя высота кедра увеличилась на 75 и 71% соответственно. Ранее (Читоркин, 2001) для молодняков кедра, осветленных из-под сосны на южной границе ареала кедра сибирского в Приобье, были получены данные об увеличении прироста кедра по диаметру до 70,4% под влиянием повторных высокоинтенсивных рубок ухода.

Анализ распределения элементов насаждения по ступеням толщины показал, что на первой пробной площади 61% кедра относится к ступеням толщины 8–12 см, 32% – к ступеням 16–20 см, отмечены единичные деревья в высоких для молодняков ступенях толщины 24–28 см. В то же время только 19% сосны на данной пробной площади относится к ступеням 8–12 см, 46% – к ступеням 16–20 см, в высоких (24–28 см) ступенях тол-

При учете 1984–1986 гг. подрост кедра последующей генерации встречался единично – 20 шт/га (Бех, 1992). Проведенное исследование показало, что после смыкания крон и формирования полога нового насаждения кедровка вновь стала делать свои кормовые запасы на данных площадях. В 2001 г. на ППП 1 нами было учтено 1825 шт/га подроста последующей генерации, в том числе 525 шт/га кедра, 725 шт/га сосны и 575 шт/га березы. Продолжается процесс усыхания и отпада подроста: 57% кедра и 65% сосны усохло. От повторного угнетения усыхают только средние – 85% и крупные – 60% (высотой 1,5–3 и более 3 м соответственно) деревца кедра. У сосны отпад наблюдается в густых куртинах в процессе самоизреживания: в категории мелкого подроста – высотой до 1,5 м усохло 50%, в категориях подроста среднего по высоте (1,5–3 м) и крупного (более 3 м) усохло 100 и 83% учтенных экземпляров соответственно.

Приведенные данные не позволяют рассматривать подрост последующей генерации как перспективный в

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

хозяйственном отношении для направленного формирования будущего древостоя. На пробной площади 2, в связи с тем что полнота насаждения значительно ниже (0,45), общее количество подроста выше, чем на ППП 1 в 1,75 раза, в том числе кедра – в 1,5 раза (775 шт/га), сосны – в 2,9 раза (2150 шт/га). В категории мелкого подроста присутствует ель – 100 шт/га, участие березы в составе подроста незначительно – 4,6% (175 шт/га). Доля усохших экземпляров относительно первой пробной площади невелика и составляет: 24% у кедрового подроста и 23% у соснового. Испытывают повторное угнетение и усыхают в основном (до 50%) экземпляры кедра, относящиеся к категории среднего по высоте подроста. У сосны усыхает 10% мелкого, 39% среднего и 26% крупного подроста.

Анализ линейного роста показал, что реакция кедрового подроста на осветление различна. В первый год после проведения рубки на первой пробной площади 50% кедров усилили рост в высоту и превысили величину прироста за предшествующие годы на 15–35%. У 50% деревьев отмечено снижение прироста, величина которого составляла только 41–56% от прироста до осветления. Кроме того, у половины деревьев этой категории он оставался ниже и на второй год. В первые 5 лет после рубки кедр ежегодно рос лучше, чем до рубки на 5,1 см (табл. 2). Во втором пятилетии кедр резко увеличил прирост и сохранял повышенный темп роста в течение второго, третьего и четвертого пятилетия. К пятому пятилетию лесохозяйственное воздействие рубок ухода закончилось, и в результате повторного угнетения части деревьев кедр стал расти хуже, чем в предыдущий период, на 14,3 см.

На второй пробной площади адаптация основной массы подроста проходила легче, чем на ППП 1, у 60% кедров в первый год после осветления отмечена устойчивая тенденция увеличения прироста в высоту на 30–80% относительно величины до рубки. Снижение прироста в среднем на 60% произошло у 40% деревьев и завершилось в течение 2–3 лет. Среднее значение годичного прироста в первом пятилетии после рубки выше аналогичного показателя до рубки на 11,9 см. Во втором, третьем и четвертом пятилетиях величина годичного прироста кедра в этом насаждении была ниже, чем на ППП 1 (табл. 2). В то же время в пятом и шестом пятилетии кедр растет лучше, чем на ППП 1 на 16,6 и 8,3 см, что указывает на большую продолжительность лесоводственного эффекта рубок ухода, обусловленного меньшей полнотой древостоя.

Для анализа радиального роста кедра по спилам с модельных деревьев были построены две обобщенные древесно-кольцевые хронологии длительностью 51 год для ППП 1 и 41 год для ППП 2. Корреляционный анализ обобщенных хронологий за данные периоды роста деревьев показал согласованность радиального прироста деревьев кедра в исследуемом районе. Средний межсерийный коэффициент корреляции на ППП 1 составил 0,55 (0,42–0,74), на ППП 2 – 0,54 (0,46–0,63). Средняя чувствительность индивидуальных серий не высока – 0,26 (0,24–0,31) и 0,27 (0,18–0,3) соответственно, что объясняется улучшением фитоценотической обстановки на вырубке после проведения осветления. Амплитуда межгодичной изменчивости радиального прироста, выраженная стандартным отклонением, в период усиления ростовой активности после рубок увеличилась и составила 0,52 на обеих пробных площадях.

В прошедшие после осветления годы на обеих пробных площадях прослеживается единая тенденция динамики радиального роста кедра. Прирост большинства осветленных деревьев кедра повысился в первый год после рубки соснового полога (табл. 3).

В первом пятилетии после рубки кедр увеличил ежегодный прирост по диаметру на первой пробной площади в 1,9, на второй – в 2,1 раза относительно скорости роста до осветления. Прирост продолжает увеличиваться в течение второго и третьего пятилетий, затем снижается. В то же время, в связи с тем что на ППП 2 полнота древостоя ниже, снижение темпов радиального роста кедра в этом насаждении происходит постепенно (рис. 1). Кроме того, величина ежегодного прироста в пятом и шестом пятилетиях значительно превышает данный показатель насаждения ППП 1 – в 1,6 и 2,4 раза соответственно.

Таблица 2

Показатели прироста кедра в высоту

№ ППП	Средний годичный прирост по пятилетним периодам, см						
	До рубки	После рубки					
	1966–1970 гг.	1971–1975 гг.	1976–1980 гг.	1981–1985 гг.	1986–1990 гг.	1991–1995 гг.	1996–2000 гг.
1	16,2 ± 1,18	21,3 ± 1,87	34,9 ± 1,04	36,8 ± 1,23	37,2 ± 1,43	22,9 ± 0,4	22,5 ± 0,73
2	10,7 ± 0,99	22,6 ± 2,12	32,2 ± 1,82	30,9 ± 1,14	33,7 ± 0,55	39,5 ± 0,45	30,8 ± 1,81

Таблица 3

Показатели прироста кедра по диаметру

№ ППП	Средний годичный прирост по пятилетним периодам, мм						
	До рубки	После рубки					
	1966–1970 гг.	1971–1975 гг.	1976–1980 гг.	1981–1985 гг.	1986–1990 гг.	1991–1995 гг.	1996–2000 гг.
1	1,2 ± 0,13	2,3 ± 0,11	2,6 ± 0,22	3,1 ± 0,05	2,0 ± 0,32	1,0 ± 0,07	0,5 ± 0,06
2	0,8 ± 0,17	1,7 ± 0,19	2,5 ± 0,17	2,7 ± 0,11	2,1 ± 0,16	1,6 ± 0,11	1,2 ± 0,11

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

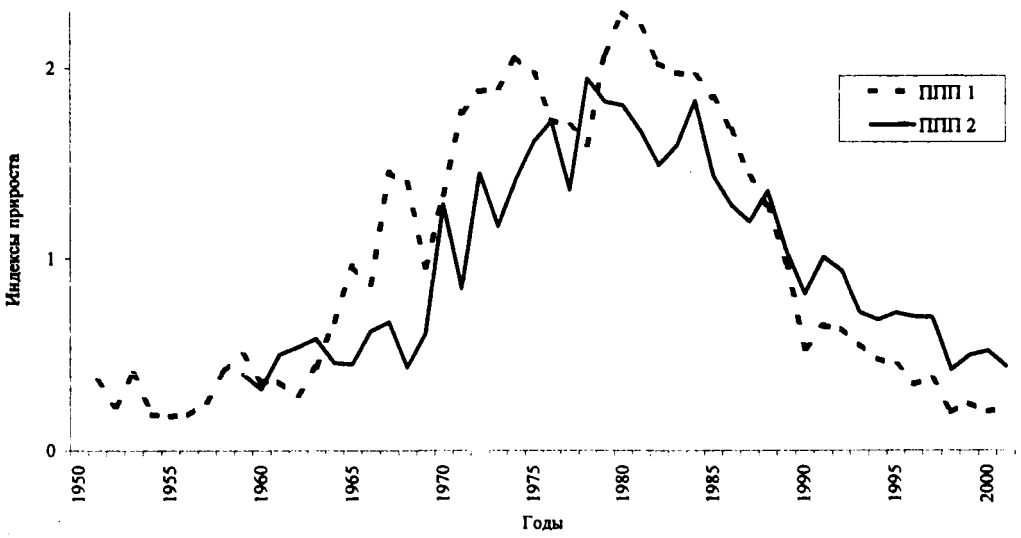


Рис. 1. Радиальный рост кедра сибирского, осветленного из-под полога соснового насаждения в южно-таежном Приобье на постоянных пробных площадях 1 и 2

Приведенные данные показывают, что реакция деревьев кедра, выраженная в изменении радиального прироста, однотипна и связана с проведенными лесохозяйственными мероприятиями. Степень тесноты связи между индивидуальными сериями модельных деревьев кедра сибирского показывает тенденцию увеличения абсолютных значений прироста в первые десятилетия после проведения рубок ухода.

Проведенные исследования показали, что кедровые молодняки, растущие под пологом сосняка разнотравного в лесорастительных условиях Южного Приобья, возможно рассматривать как резерв для расширения площади кедровых насаждений. Осветление кедрового подроста, количество которого под пологом леса не превышает 1,4–2,2 тыс. шт/га, целесообразно проводить только с целью создания кедровых насаждений повышенной орехопродуктивности, формирование которых идет по типу приполселковых кедровников. Продолжительность лесоводственного эффекта рубок ухода по осветлению кедрового подроста из-под полога сосны составляет 15–20 лет. В дальнейшем сосна перегоняет в росте кедр, который переходит в подчиненное положение. Для предотвращения повторного угнетения кедра необходимо проводить регулярные уходы за составом насаждения.

При создании орехоплодных насаждений в кедровых молодняках 60–70-летнего возраста, осветленных из-под соснового полога и пройденных рубками ухода за составом насаждения, необходимо последующее прореживание угнетенных и слабоплодоносящих деревьев в пределах 50%. Наибольшая лесоводственная эффективность рубок ухода достигается в насаждениях, в которых после проведения прореживания полнота древостоя составляет 0,35–0,55 и количество деревьев не превышает 175–200 штук на гектаре.

Литература

Бех И.А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука, 1974. 212 с.

Бех И.А., Воробьев В.Н. Потенциальные кедровники. Проблемы кедра. Томск: ФИЛ СО РАН, 1998. Вып. 6. 122 с.

Бех И.А., Данченко А.М. Осветление подроста и возможности формирования кедровых молодняков // Проблемы кедра. Экология кедровых лесов. Томск, 1992. Вып. 5. С. 69–75.

Горчаковский П.Л. Граница распространения сибирского кедра на Урале // Сборник работ по геоботанике, лесоведению, палеогеографии и флористике, посвященный 75-летию со дня рождения академика В.Н. Сукачева. М., 1956. С. 131–141.

Горчаковский П.Л., Коновалов Н.А., Урванов Р.А. Лесные богатства Урала. Свердловск, 1948. С. 27–29.

Некрасова Т.П. Строение корневой системы кедра сибирского, ее значение для повышения урожаев семян // Тр. по лесному хозяйству Сибири. Новосибирск, 1964. Вып. 8. С. 145–155.

Соловьев Ф.А. О географическом распространении и размещении кедровых лесов на Урале // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. 1955. Вып. 6. С. 35–61.

Фильрозе Е.М., Гладушко Г.М. Способ проявления границ и структуры годичных колец // Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск, 1986. С. 68–71.

Читоркин В.В. Лесоводственные возможности повышения семенной продуктивности кедровых молодняков // Сб. научных статей «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития». Брянск: БГИТА, 2001. Вып. 1. С. 6–8.

Holmes R.L. Dendrocronology Program Library– Users Manual. Tucson, Arizona, 1994. Электронная версия.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Общенаучный периодический журнал

ПРИЛОЖЕНИЕ

№ 2. Сентябрь 2002 г.

МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ, СИМПОЗИУМОВ, ШКОЛ, ПРОВОДИМЫХ В ТГУ

Ответственный за выпуск
В.З. Башкатов

Научные редакторы Приложения № 2
А.С. Ревушкин, Е.Д. Лапшина

СТАТЬИ
по материалам III Всероссийской научной экологической конференции с международным участием «Чтения памяти Юрия Алексеевича Львова» (Томск, ТГУ, 24–26 сентября 2002 г.)

Печатная версия журнала
зарегистрирована в Госкомпечати РФ 14.09.99 г. № 018694.
ISSN 1561-7793 от 20.04.1999 г. Международного Центра ISSN (Париж)

Электронная версия журнала
зарегистрирована в Госкомпечати РФ 14.09.1999 г. № 018693.
ISSN 1561-803X от 20.04.1999 г. Международного Центра ISSN (Париж)
Электронная версия журнала находится в сети Internet по адресу
http://www.tsu.ru/win/vestnik
Web-мастер электронной версии Е.Н. Якунина

Адрес редакционного совета:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Журнал "Вестник ТГУ"
Телефон (382-2) 41-05-97

Редактор К.Г. Шилько
Корректоры Н.А. Афанасьева, К.В. Полькина
Оригинал-макет Л.Д. Кривцовой, В.К. Савицкого
Дизайнер В.Г. Караваев

Издание Томского государственного университета
Лицензия ИД № 00455 от 15.11.1999 г.

Сдано в набор 15 августа 2002 г. Подписано к печати 10 сентября 2002 г.
Формат 60 x 84 $^1/_8$. Бумага белая офсетная. Гарнитура Times. Ризография.
Печ. л. 30. Уч.-изд. л. 27,9. Тираж 250 экз.

Оригинал-макет издания подготовлен редакционно-издательским отделом ТГУ
совместно с Издательским Домом "Сибирская книжная компания-Пресс",
оргкомитетом и редакционным советом журнала

Журнал отпечатан на полиграфическом оборудовании
Редакционно-издательского отдела ТГУ
Лицензия ПД № 00208 от 20.12.1999 г.
Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Каб. 022. РИО ТГУ.
Телефон (382-2) 42-65-49

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru
1-878266