

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВЕРХОВЬЯХ р. АКТРУ В ГОРНОМ АЛТАЕ

В.Н. Воробьев*, Ю.К. Нарожный**, Е.Е. Тимошок*, И.Н. Росновский*, В.В. Давыдов*, А.Ю. Бочаров*,
Е.Н. Пац*, О.В. Хуторной*, С.В. Бокша*, Е.Н. Кособуцкая*

Филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН*, Томский государственный университет**

Приведены данные по таксационной характеристике древостоев, напочвенному покрову, почвам, дендрохронологическим особенностям кедра и лиственницы в верховьях р. Актру

Анализ итогов 10-летних работ по Международной геосферной программе свидетельствует о необходимости более четкого учета региональных особенностей при исследовании глобальных изменений окружающей среды и климата [5, 6]. Качественный и количественный учет региональной составляющей глобальных изменений, как климата, так и зависящих от него характеристик экосистем и его достоверность, во многом определяются правильным выбором репрезентативных территорий для организации мониторинговых наблюдений. В этом плане бассейн р. Актру, в верховьях которой расположены известные ледники, является наиболее подходящим объектом. Именно этот бассейн по решению Исполкома ЮНЕСКО был выбран в качестве репрезентативного для Горного Алтая участка по наблюдению в стационарных условиях за гляциологическими и гидрометеорологическими процессами в периоды МГТ и МГД [9]. В данном бассейне в основном проводились длительные исследования динамики ледниковых масс, мезоклиматических параметров, а также ряд дендрохронологических наблюдений [1]. Эколого-биологические работы, тем более комплексные, в верховьях р. Актру начаты лишь в настоящем исследовании.

Сведения об особенностях растительности высокогорной зоны отдельных хребтов Горного Алтая многочисленны и приведены главным образом в классических геоботанических работах А.В. Куминовой [7, 8], а в обобщенном виде – для Алтае-Саянской горной области – в монографии В.П. Седелникова [10]. Особое значение в данном случае имеют исследования границы леса. Именно хоро – хронологическая изменчивость ее является наиболее чутким индикатором изменения нивально-гляциальной системы бассейна [3], а следовательно, и региональной климатической составляющей. Изучение динамики верхней границы леса дендроиндикационными (как хоро-, так и хронологическими) и почвенно-географическими методами является важнейшей частью организации регионального мониторинга в данном литоводосборном бассейне. Организация дендрохронологических исследований позволяет также провести ретроспективный анализ изменений климата региона, а следовательно, установить некоторые причинно-следственные связи, позволяющие прогнозировать возможные последствия того или иного нарушения устойчивости климатической системы. Именно это и другие обстоятельства послужили побудительным мотивом для

начала в 1999 г. комплексных эколого-биологических исследований границы леса в верховьях р. Актру с участием лесоведов, ботаников, почвоведов и географов.

В первый год исследований по высотному экологическому профилю в истоках р. Актру был заложен ряд постоянных пробных площадей, как основы для будущих стационарных наблюдений (рисунок, таблица).

Самое верхнее подгольцовое кедровое разнотравно-зеленомошное редколесье расположено на пологом участке моренного комплекса (пробная площадь 1, это конец морены ледника Правый Актру, около 2400 м над уровнем моря). Разреженный древесный ярус сформирован одновозрастными молодыми кедрками, средний возраст которых составляет около 70 лет. В кустарниковом ярусе участвует голубика (*V. uliginosum* subsp. *alpinum*). В напочвенном покрове доминируют шикша (*Empetrum nigrum*) и зеленые мхи.

Сплошной почвенный покров присутствует только на нижнем крае морены. На большей части ее поверхности почвенный покров представлен пятнами. Основной тип почв – горно-тундровые примитивно щебнистые мерзлотные почвы. По современной классификации почв их нужно отнести к криоземам примитивным [12]. Общая мощность их почвенного профиля невелика и колеблется в пределах 0,2–0,3 м.

Кедровник кустарниково-зеленомошный расположен выше моренного комплекса ледника Малый Актру («кедровая площадка», пробная площадь 2, 2350 м над уровнем моря). Древесный полог (состав 10К) сформирован старыми кедрками, возраст которых колеблется от 250 до 420 лет. Кустарниковый ярус с преобладанием *Betula rotundifolia* и участием *Lonicera altaica*, *Salix reticulata*, *S. berberifolia* приурочен к окнам древостоя. В напочвенном покрове под кронами деревьев – мертвопокровные участки, с толстым слоем опавшей и неразложившейся хвои и единичными экземплярами *Aegopodium alpestre* и *Bergenia crassifolia*; на омоховелых камнях – баданово-зеленомошная синюзия с преобладанием *Bergenia crassifolia*, участием *Empetrum nigrum* и зеленых мхов, в понижениях – разнотравно-злаковая синюзия с *Melandrium triste*, *Cerastium pauciflorum*, *Swertia obtusa* и преобладанием овсяницы (*Festuca* sp.).

Данный участок границы леса обладает хорошо развитым почвенным покровом с развитыми полнопрофильными почвами типа подбуров. С глубины 0,4 м. в почвенном профиле присутствует вечная мерзлота.

Таблица

Таксационная характеристика постоянных пробных площадей в верховых р. Актуру

№ п/п	S, га	Высота над ур. м., м	Крутизна склона,	Экспозиция	Состав	Покло- нение	Кол-во деревьев, шт./га	Средний возраст, лет	H, м	Д, см	Относ. плотность	Бонитет	Тип леса	Кудрость, шт./га
1	0,1	2400	15°	?	10К	1	520	70	3,5	6,5	-	-	Подгольцовое кедровое разнотравно- зеленомошное редкоземелье	12000
2	0,1	2300	6°	?	10К	1	160	320	13,3	60,4	-	-	Кедровник кустарничково- зеленомошный	12000
4	0,2	2200	5-7°	С	8К +К 2Лц +Л	2 1 2 1	226 104	200 530 260 535	15 18	40,4 34	0,5	V	Кедровник ерничково- зеленомошно- лициноидный	-
5	0,4	2150	30°	В	9К +К 1Лц +Л	2 1 2 1	382 23	220 350 250 365	16,8 20,2	29,7 37	0,8	V	Кедровник злаково- разнотравный	52500
7	0,3	2170	18°	В	10Лц +К	1 1	329 23	250 200	17	30,4 15,6	0,7	V	Лиственничник разнотравно- осокново- злаковый	13420
8	0,4	2150	18°	В	6К 4Лц	1 1	305 110	200 250	12,5 20,0	27,4 38,8	0,8	V	Кедровое лиственничное злаково- разнотравное насаждение	13000

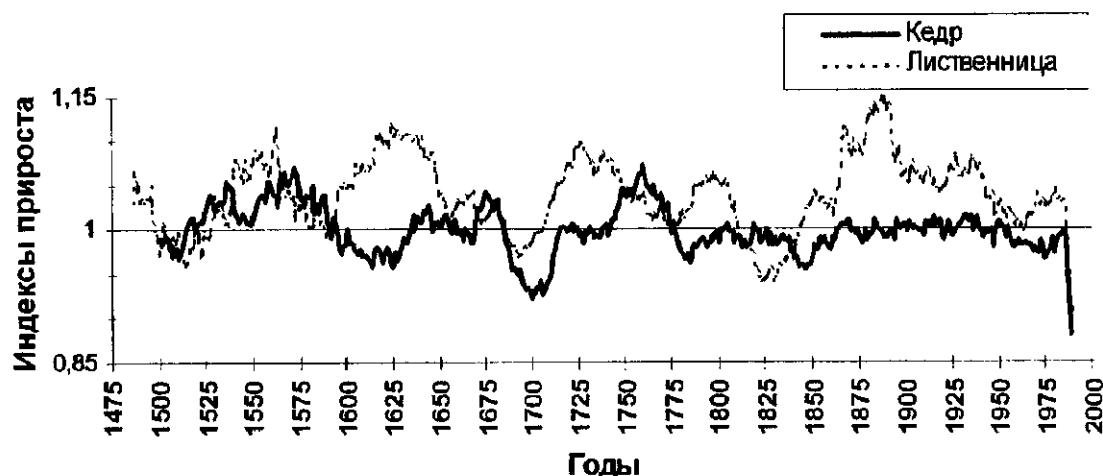


Рисунок. Обобщенные хронологии радиального прироста кедрового и лиственничного деревьев сибирского и лиственничного сибирского сглаженные 25-летней скользящей средней

По современной классификации – это криоземы типичные. Почвы имеют довольно мощный органогенный оторфованный горизонт А_т (15–25 см) и хорошо развитый горизонт А (до 20 см мощности). Весь почвенный профиль оглеен вследствие избыточного увлажнения, особенно на контакте с вечно мерзлыми породами. Почвообразующими породами являются (как и для почв первой пробной площади) метаморфические сланцы, роговики и гранитоиды.

Кедровый ерниково-зеленомошно-лишайниковый сохранился у подножья моренного вала ледника Малый Актру (пробная площадь 4, 2200 м над уровнем моря). Древесный ярус (8К2Л) представлен двумя поколениями кедров: средний возраст первого поколения составляет 530 лет, второго – 200 лет; и лиственничного, средний возраст которой составляет 535 и 260 лет соответственно. В кустарниковом ярусе преобладает березка круглолистная (*Betula rotundifolia*), в меньшем обилии – *Lonicera altaica*. В травяном ярусе участвуют *Calamagrostis Pavlovii*, *Polygonum viviparum*, *Castilleja pallida* и др. виды. Травяной и мохово-лишайниковый покров трансформированы вследствие вытаптывания, поскольку здесь находится постоянный летний лагерь туристов.

Почвенный покров здесь представлен горными бурыми мерзлотными почвами – криоземами метаморфизованными. Общие особенности морфологического строения метаморфизованных криоземов следующие. Их профиль хорошо дифференцирован на генетические горизонты. Верх профиля (А₀) представлен живыми мхами и ошесом мхов мощностью до 10–15 см, затем выделяется грубогумусовый темно-бурый горизонт А мощностью 5–15 см, густо переплетенный корнями с творожисто-копровой структурой. За ним следует белесовато-светло-бурый бесструктурный горизонт А₂ мощностью 7–10 см, резко переходящий в коричнево-бурый с ореховой структурой уплотнен-

ный горизонт В, достигающий мощности 30–40 см. Низ профиля представлен суглинисто-щебнистой массой элювио-делювия коренных пород со следами присутствия мерзлоты. Почвы имеют слабо кислую реакцию среды в верхних и нижних частях профиля и кислую – в средней части профиля.

Кедровое злаково-разнотравное насаждение расположено на восточном склоне крутизной 30° (пробная площадь 5, 2200 м над уровнем моря). В древостое (9К1Л) преобладает кедр, возраст которого колеблется в пределах 220–350 лет, незначительно участие лиственничного от 250 до 365 лет. В кустарниковом ярусе преобладает жимолость (*Lonicera altaica*), в меньшем обилии присутствует березка круглолистная (*Betula rotundifolia*). Для напочвенного покрова характерны две синусии – злаково-осоковая и зеленомошная. В злаково-осоковой синусии господствует осока (*Carex macroura* subsp. *kirilovii*), задерновывающая почву, в зеленомошной синусии преобладают *Hylocomium splendens* и *Pleurozium Schreberii*. Травянистые растения – *Saussurea controversa*, *Aegopodium alpestre*, *Aconitum septentrionale*, *Geranium albidiflorum*, *Chamaenerion angustifolium*, *Cerastium pauciflorum* и др. с низким покровом присутствуют как в злаково-осоковой, так и в зеленомошной синусии.

Почвенный покров пробной площади представлен горными криоземами типичными.

Лиственничник разнотравно-осоково-злаковый расположен в нижней части профиля на восточном склоне 20° (пробная площадь 7, 2170 м над уровнем моря). Древостой сформирован коренной лиственницей (10Л+К), средний возраст ее около 250 лет, кедром – в пределах 200 лет. В кустарниковом ярусе отмечены *Spiraea chamaedrifolia*, *Cotoneaster uniflora*, *Juniperus sibirica*, *J. pseudosabina*. В травостое преобладают *Calamagrostis Pavlovii* (30 %) и *Carex macroura* subsp. *kirilovii* (около 20%), на омовельных камнях отмечена

Vaccinium vitis-idaea (5–7%). С проективным покрытием (1–3%) встречаются *Aegopodium alpestre*, *Saussurea controversa*, *Paeonia anomala*, *Poa altaica*, *P. Litvinoviana*, *Trifolium lipinaster*, *Geranium pseudosibiricum*, *Aquilegia glandulosa*. Рассеянно и единично отмечены *Geranium albiflorum*, *Lilium martagon*, *Crepis sibirica*, *Dianthus superbus*, *Solidago virga-aurea*, *Aconitum septentrionale*, *Polygonum bistorta*, *Polemonium coeruleum*.

Кедрово-лиственничное злаково-разнотравное насаждение находится на восточном склоне близ стационара ТГУ (пробная площадь 8, 2150 м над уровнем моря). Состав смешанный (6К4Л), средний возраст кедра около 200 лет, а лиственницы больше – 250 лет. Кустарниковый ярус развит неравномерно: Закустаренность колеблется от 20% на участках с сомкнутым древостоем до 50% в его окнах. В нем преобладают *Salix arbuscula* и *Lonicera altaica*, участвуют с меньшим обилием *Spiraea chamaedrifolia*, *Juniperus sibirica*, *Cotoneaster uniflora*, *Rosa acicularis*. Травяной покров имеет мозаичную структуру. Под крупными кедрами он не выражен, здесь отмечены единичные растения *Aegopodium alpestre*, *Chamaenerion angustifolium*. В окнах древостоя на пониженных участках преобладают *Calamagrostis Pavlovii* (10–15%) и *Aegopodium alpestre* (3–5%), на омоховелых камнях – *Vaccinium vitis-idaea*, участвуют *Chamaenerion angustifolium*, *Thalictrum minus*, *Geranium albiflorum*, *Poa altaica*, *Pleurospermum uralense*, *Bupleurum aureum*, *Polygonum viviparum*, *Cerastium pauciflorum*, *Dracocephalum grandiflorum*, *Dianthus superbus*, *Lilium martagon*, *Aconitum septentrionale*, *Trollius asiaticus*, *Solidago virga-aurea*, *Galium boreale* и др.

Почвенный покров на пробных площадях 7 и 8 также представлен горными криоземами типичными. Однако, в отличие от пробных площадей 4 и 5, эти почвы имеют менее развитый почвенный профиль. Часть поверхности перекрыта делювиальными оползевыми крупнощебнистыми отложениями, на поверхности которых сформированы примитивные щебнистые криоземы с маломощным почвенным профилем.

На пробных площадях проводилось изучение особенностей естественного возобновления кедра и лиственницы. Наибольшее количество жизнеспособного подроста кедра (52500 шт./га), приуроченного к валежу и окнам древостоя, отмечено в кедровнике злаково-разнотравном (пр. пл. 5). Благополучное состояние подроста позволяет сделать вывод о том, что в последующем он сможет сформировать второе поколение кедра в данном насаждении.

В лиственничнике (пр. пл. 7) подрост почти полностью представлен кедром (13420 шт./га) и расположен главным образом на продольных склоновых оползевых микроповышениях (7920 шт./га). В микропонижениях – его количество меньше (5500 шт./га), что связано, по-видимому, с воздействием водотоков в весенний период.

В кедрово-лиственничном насаждении (пр. пл. 8) количество подроста кедра составляет 13000 шт./га,

размещение его равномерное, подрост лиственницы встречается единично. Подобная структура породного состава подроста на данной пробной площади свидетельствует о предстоящей смене лиственницы на кедр в ближайшие 100 лет.

Подгольцовое кедровое редколесье (пр. пл. 1) также обеспечено подростом (12000 шт./га). Здесь он приурочен к повышенным каменистым участкам, заросшим шикшей, тогда как между камнями его нет, поскольку на пробной площади, как было показано выше, почвенный покров не развит. Молодые особи кедра (около 98%), в отличие от подроста под пологом леса, сильно деформированы заморозками, снегом и ветрами.

В кедровнике кустарниково-зеленомошном (“кедровая площадка”, пр. пл. 2) подрост кедра (12000 шт./га) представлен особями 45–55-летнего возраста, более молодые поколения кедра отсутствуют, что связано, по-видимому, с более редкой и низкой урожайностью кедрового яруса, чем, например, на пробной площади 5.

В представленных сообществах были проведены дендрохронологические исследования с использованием общепринятых методик [13, 14, 17, 15, 16, 18, 19].

Для каждой из пробных площадей были построены обобщенные древесно-кольцевые хронологии радиального прироста деревьев по кедр и лиственнице. Установлено, что возраст деревьев кедра колеблется от 60–80 лет в подгольцовом редколесье (пр. пл. 1), до 540 лет в ерниковом зеленомошно-лишайниковом кедровнике (пр. пл. 4). Возраст лиственницы изменяется соответственно от 80 до 550 лет. Абсолютная продолжительность хронологий по кедр составила 515 лет, по лиственнице – 526 лет. Межсерийный коэффициент корреляции по обоим породам колеблется от 0,32 до 0,76. Высокие значения коэффициента корреляции отмечены и при сравнении обобщенных хронологий кедр и лиственницы из рассматриваемых местообитаний между собой, что подтверждает общий для данного района климатический сигнал.

Изучение длительно-временных изменений ширины годичных колец у этих древесных растений свидетельствует о том, что для кедр и лиственницы характерны общие увеличения прироста в середине второй половины 17-го, в середине 18-го и в конце 19-го веков (рисунок). Общие депрессии роста деревьев наблюдаются в начале 16-го века, на рубеже 17–18 веков, в середине первой половины 19 века и в середине 20 столетия. Периоды снижения ростовой активности у кедр и лиственницы во всех исследованных сообществах в конце 17-го, начале 18-го веков и в первой половине 19-го столетия являются реакцией на динамику ледника. Полученные данные подтверждают результаты исследований по дендрохронологическому изучению ширины годичных колец у лиственницы в данном районе [1, 2], а по кедр дополняют их. Различия между реакциями двух пород на одни и те же изменения носят видовой характер и требуют последующего анализа.

В исследуемых сообществах (пр. пл. 2, 4 и 5) наблюдается сходство в таксационном строении и возрастной структуре древостоев (таблица), а также высокая корреляция хода радиального роста деревьев. На этом основании можно сделать заключение о том, что, по-видимому, морена ледника Малый Актру в период максимального его наступления (в начале 19-го века) разорвала верхнюю часть единого кедрового массива, представлявшего верхнюю границу леса и расположенного на едином геоморфологическом массиве – так называемой «исторической морене» [4]. Это подтверждается также и резким изменением прироста годовых колец, значительными механическими повреждениями кедра и лиственницы на пробной площади 4 (наличие компрессионной древесины, травматических тканей) за счет наступления ледника и морены, частично засыпавшей это насаждение. Это предположение согласуется с данными о строении почвенного покрова и составляющих его почв, которые на этих участках близки по своему морфологическому облику, отличаясь лишь большей степенью оторфованности и оглеенности горизонтов (большей степенью увлажненности) в почвах на пробной площади 2. Большая увлажненность почв здесь связана с оконту-

рированием и частичным перекрытием поверхностного стока надвинутой молодой мореной ледника Малый Актру.

Таким образом, нивально-гляциальная система верховий р. Актру в значительной степени влияет на структуру высокогорных ландшафтов и их эволюцию, определяя как параметры типов условий лесных местообитаний, так и динамику их границ. Так, верхняя граница леса в верховьях р. Актру, где важнейшим фактором является динамика современного оледенения, определяется, помимо климатических факторов, также и геологической деятельностью ледниковых масс, что ранее в литературе не отмечалось.

Наличие в бассейне р. Актру серии точно датированных по возрасту ледниковых террас делает этот объект уникальным с точки зрения эколого-биологических исследований, позволяя проследить эволюцию экосистем на протяжении длительного исторического времени. В свою очередь, это дает возможность качественного и количественного прогноза изменения состояния природных комплексов исследуемого района при глобальных и локальных изменениях климата.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Интеграция» (грант K0897).

Литература

1. Адаменко М.Ф. Динамика прироста лиственницы как индикатор термического режима летних сезонов в Горном Алтае // Региональные географические исследования Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1978. С. 20–25.
2. Адаменко М.Ф., Сюбаев А.А. Динамика климата на территории Горного Алтая в 20–15 вв. // Вопросы горной гляциологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1977. С. 196–202.
3. Быков Н.И. Дендроиндикация нивально-гляциальной системы Алтая // География и природопользование Сибири. Барнаул: Изд-во «Аккдем», 1997. С. 32–46.
4. Душкин А.М. Многолетние колебания ледников Актру и условия развития исторических морен // Гляциология Алтая. Томск: ТГУ, 1965. Вып. IV. С. 83–101.
5. Заварзин Г.А., Котляков В.М. Стратегия изучения Земли в свете глобальных изменений // Вестник РАН. Москва. Т. 68. № 1. С. 23–29.
6. Кабанов М. В. Проблема мониторинга и моделирования региональных климато-экологических изменений (пленарный доклад) // Третье Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу. Тезисы докладов. Томск: Изд-во Томского научного центра, 1999. С. 3–7.
7. Куминова А.В. Высокогорная растительность хребта Иолго (Северный Алтай) // Естественная кормовая база Горно-Алтайской А.О. Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1956. С. 237–259.
8. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
9. Обыкалов А.Д. Гидрометеорологические условия современного морфогенеза в верховье бассейна р. Актру (Горный Алтай) // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Материалы конференции. Томск: ТГУ, 1998. Т. 4. С. 67–68.
10. Седелников В.П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1988. 220 с.
11. Смагин В.Н., Ильинская С.А., Назимова Д.И. и др. Типы лесов гор южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 333 с.
12. Шишов Л.Д., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И. Классификация почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1997. 236 с.
13. Фильрозе Е.М., Гладушко Г.М. Способ проявления границ и структуры годовых колец // Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск. 1986. С. 68–71.
14. Fritts H.S. Tree rings and climate. London: Acad. Press, 1976. 245 pp.
15. Holmes R.L. Program CHRONOL. Tuscon: Laboratory of tree-ring research, University of Arizona, 19926.
16. Holmes R.L. Program COFECHA: Version 3. Tuscon: Laboratory of tree-ring research, University of Arizona, 1992a.
17. Holmes R.L., Tree-Ring Bull., 1983, 44, 69–75.
18. Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences / Cook E.R., Kairukstis L.A., eds. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Acad. Publ., 1990. 394 p.
19. Shiyatov S.G., Mazepa V.S., Vaganov E.A., Schweingruber F.H. // Radiocarbon. 1996, 1–4, 37–48.