Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 47. С. 74–102

УДК 581.9 (571.150)
doi: 10.17223/19988591/47/5

О.М. Маслова[1], И.А. Хрусталева[2], Т.О. Стрельникова[2]

[1]Алтайский государственный университет, г. Барнаул
[2] Институт экологии человека ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово

Синантропная флора западных низкогорий Алтая

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 16-04-01246.

Изложены материалы исследований синантропной флоры западных низкогорий Алтая – территории, используемой в сельском хозяйстве и горнодобывающей промышленности более 300 лет. Синантропная флора включает 272 вида из 173 родов и 41 семейства. Особенностью таксономической структуры синантропной флоры является малое число представителей семейств Cyperaceae и Poaceae. В географической структуре выявлено 11 ареалогических групп; преобладают голарктические, палеарктические, западнопалеарктические, космополитные виды; азиатские немногочисленны. Экологический анализ выявил, что большинство видов синантропной флоры составляют ксеромезофиты и мезофиты; две трети от общего числа являются непетрофитами. Группа адвентивных растений насчитывает 105 видов, из них инвазионным на территории Сибири является 31. Анализ по шкале гемероботолерантности выявил невысокую степень трансформированности флоры.

Ключевые слова: высшие сосудистые растения; адвентивные виды; инвазионные растения; антропогенное воздействие.

Введение

Масштаб влияния человека на формирование растительного покрова Земли приобрел глобальный характер и с середины XX в. стал ведущим фактором, определяющим состояние биосферы. Изменение растительного покрова под влиянием антропогенного фактора получило название синантропизации [1]. Наиболее важными проявлениями синантропизации являются снижение видовой насыщенности и видового разнообразия отдельных растительных сообществ, региональное обеднение флор, что в свою очередь влечет глобальное обеднение флоры земного шара [2–4]. Под давлением антропогенного фактора получают преимущественное распространение виды с обширными ареалами, имеющие широкий экологический диапазон. Такие виды повсюду следуют за человеком, произрастая в нарушенных местообитаниях [5–7], поэтому их называют синантропными, или сопутствующими человеку. На сегодня разработано большое количество классификаций си-

нантропных (антропофильных) растений, которые отражают их историко-географическое происхождение, отношение к культуре, экологическую и биологическую природу и многие другие особенности [6, 8]. Однако процесс формирования понятийного аппарата и терминологии продолжает активно разрабатываться и в настоящее время [9, 10]. Группа синантропных растений неоднородна – это виды аборигенной флоры – апофиты, поселяющиеся на нарушенных экотопах, а также растения, преднамеренно или случайно занесенные человеком, – адвентивные (заносные, чужеродные). Апофиты преадаптированы к существованию в антропогенной среде, до появления человека многие виды существуют в естественных условиях как эрозиофилы, нитрофилы, галофилы, псаммофилы [11, 12]. Под адвентивными понимаются растения, появление которых в изучаемой области не связано с процессом естественного флорогенеза и представляется следствием антропогенного влияния на флору [6, 13, 14].

Синантропные растения во флоре западных низкогорий Алтая представляют несомненный интерес для изучения в свете проблемы постоянно возрастающего антропогенного давления на природные экосистемы. Западные низкогорья Алтая являются территорией, значимой для сохранения биологического разнообразия Алтае-Саянского региона [15], особенно степного биома [16]. Исследуемая территория одной из первых в Сибири (с 20-х гг. XVIII в.) освоена русскими переселенцами. Открытие здесь богатых месторождений медной и серебряной руд положило начало строительству заводов и рудников [17, 18]. Ориентирами для рудоискателей служили так называемые «чудские копи», которые относят к афанасьевской культуре и датируют энеолитом (медно-каменным веком). Горно-рудное производство требовало огромного количества древесины и древесного угля. Рост заводских и рабочих поселков увеличивал спрос на продовольствие, и в первую очередь на хлеб. Соответственно площади пашни неуклонно росли. В конце XIX в. после закрытия сереброплавильных заводов данная территория развивалась преимущественно как аграрный регион [19]. К настоящему времени пахотные угодья, занимающие поверхности широких водораздельных увалов и межсопочных понижений в степной части предгорий, используются для производства зерновых и масличных культур. Лесные низкогорья являются поставщиком топливной древесины, бревен хвойных пород, пиломатериалов. На территории ведется добыча золото- и серебросодержащей руды, производятся нерудные строительные материалы, асфальтобетонные смеси, изделия художественных промыслов. Выгодное географическое расположение, благоприятный климат, наличие природных [20] и исторических достопримечательностей определяет перспективы развития туристической отрасли [21–23]. Регион вошел в туристско-рекреационный кластер «Горная Колывань» [24, 25].

Цель работы – выявить особенности синантропной фракции флоры западных низкогорий Алтая.

Материалы и методики исследования

Территория исследования расположена на северо-западе Алтайской горной страны (рис. 1). Включает Колыванский хребет с его отрогами и часть прилегающей Предалтайской равнины с мелкосопочными массивами по рекам Алей, Локтевка, Белая, Чарыш (в пределах географических координат 50°45'–51°45'N, 81°35'–82°46'E). Колыванский хребет в геоморфологическом отношении принадлежит к низкогорьям Западного Алтая. Имеет протяженность около 100 км. Рельеф хребта останцово-гребневидный с абсолютными высотами 500–1 200 м с многочисленными выходами на поверхность коренных пород. Максимальная высота – гора Синюха (1 206 м над ур. м.). Прилегающие части Предалтайской равнины имеют абсолютные высоты 200–400 м и глубину расчленения до 100 м. В геологическом строении этих равнин принимает участие толща делювиально-пролювиальных, в основном суглинистых отложений четвертичного возраста. Для них характерно наличие изолированных сопок и приречного мелкосопочника, сложенных коренными скальными породами [26–28]. Для исследованной территории характерно обилие тепла, света и влаги. Климат умеренно континентальный. Для станции Змеиногорск отмечаются следующие показатели: годовое количество атмосферных осадков 516 мм; средняя температура января –15,1°С; средняя температура июля +19,1°С [29]. Реки принадлежат к бассейнам Алея и Чарыша. С северной стороны Колыванского хребта лежат озера Колыванское (Саввушкино) и Белое.

Северо-западные низкогорья Алтая представляют собой небольшую часть Западно-Алтайской ботанико-географической провинции [28]. Для провинции характерен таежно-кустарниково-луговостепной тип высотного ряда растительных поясов. Часть Колыванского хребта, примыкающая к Тигирецкому хребту, относится к Тигирецкому району черневой тайги Тигирецко-Бащелакского таежно-лесостепного округа. Основной фон растительного покрова составляют леса подпояса черневой тайги. Значительные площади лесных насаждений представлены производными пихтово-осиновыми и осиново-березовыми с участием пихты высокотравными лесами, производными кустарниковыми сообществами, высокотравными лесными лугами. На выходах гранитов встречаются сосновые остепненные леса. Степная периферия Колыванского хребта и мелкосопочные массивы относятся к Змеиногорскому кустарниково-степному и Среднечарышскому таежно-кустарниково-лесостепному районам Колыванско-Чарышского таежно-кустарниково-степного округа. Отличительной особенностью территории является широкое распространение кустарниковых сообществ, которые сплошь покрывают северные склоны мелкосопочников, встречаются по логам и пологим склонам увалистых предгорий. В растительном покрове преобладают луговые разнотравно-злаковые и кустарниковые степи, а также подтаежные березовые и сосновые леса.



Рис. 1. Карта-схема района исследований
[**Fig. 1.** Map diagram of the research area (50°45'-51°45'N, 81°35'-82°46'E)]

По гранитным выходам – сосновые остепненные. Значительные площади заняты ими в пределах Саввушкинского гранитного массива. Общий

характер растительного покрова степной. Для приречных мелкосопочников (особенно в бассейне верхнего Алея) характерны петрофитные варианты типчаковых степей по южным сильно щебнистым склонам и кустарниковые сообщества по логам и северным склонам. В поймах рек развиты тополевые леса и ивняки. Террасы рек заняты разнотравно-злаковыми лугами [28, 30]. Большая часть пахотных угодий расположена на месте степей по широким водораздельным увалам и мелкососпочным пониженям, по долинам рек и балкам.

Первые научные сведения о флоре Алтая появились во второй половине XVIII в., началом послужила экспедиция И.Г. Гмелина, Г.Ф Миллера, исследователи посетили Колывано-Воскресенский завод в 1734 г. [27, 31–33]. С тех пор многие ботаники работали на этой территории [34, 35]. Изучение флоры западных низкогорий Алтая авторами статьи ведется с 1996 г. Конспект флоры исследуемой территории включает 1 105 видов высших сосудистых растений, относящихся к 455 родам и 109 семействам. Учтены опубликованные ранее [36] и более поздние полевые данные авторов (гербарный материал хранится в ALTB и KUZ), а также критически переработанный материал других исследователей [34, 35, 37–39]. Из всего состава флоры к растениям, способным расти на нарушенных местообитаниях, можно отнести 399 видов [40–43]. Однако этот огромный список, приведенный для территории бывшего СССР, охватывающей районы с самыми разнообразными природными условиями, существенно сокращается для небольшой по площади территории низкогорий Западного Алтая. Многие виды, являющиеся засорителями посевов риса на Дальнем Востоке (*Typha latifolia* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Alisma plantago-aquatica* L. и др.), на нашей территории не являются синантропами. И напротив, часть сибирских видов в Европе (*Atriplex laevis* C.A. Mey., *Gypsophila altissima* L., *Saussurea amara* (L.) DC.) по шкале гемеробиальности [44] имеет самый высокий балл за счет способности этих растений заселять экотопы с сильным антропогенным воздействием и даже с отравленным субстратом – обочины шоссе, ж.-д. насыпи.

Растения, являющиеся адвентивными на исследованной территории, и апофиты, отмеченные на нарушенных местообитаниях, мы отнесли к синантропной фракции флоры. Синантропная флора западных низкогорий Алтая выделена по данным полевых исследований с учетом сведений по сорным [41, 42] и адвентивным [34, 35, 45] растениям. В анализ синантропной фракции не включены единичные находки растений, указанных П.Н. Крыловым во «Флоре Западной Сибири» для 1–2 точек (чаще всего для окрестностей Змеиногорска или Колыванского завода), для которых более поздние сборы, подтверждающие присутствие на исследуемой территории, отсутствуют (13 видов) – *Amethystea caerulea* L., *Atriplex hortensis* L., *Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnst., *Chaiturus marrubiastrum* (L.) Rchb., *Chenopodium foliosum* Asch., *Cuscuta monogyna* Vahl, *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.,

Lamium purpureum L., *Melilotus suaveolens* Ledeb., *Mulgedium sibiricum* (L.) Cass. ex Less., *Nepeta sibirica* L., *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn., *Poterium sanguisorba* L. Мы не рассматривали распространенные сельскохозяйственные культуры (*Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L., *Avena sativa* L.), садовые и огородные растения (*Melissa officinalis* L., *Anethum graveolens* L., *Lactuca sativa* L.) и полевой сорняк *Avena fatua* L., занос которых постоянно происходит на прилегающие территории – обочины дорог и пустыри, но их натурализация пока не зафиксирована. Не включены в анализ также древесно-кустарниковые виды, не отмеченные нами за пределами их посадок в населенных пунктах: *Acer ginnala* Maxim., *A. tataricum* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Cerasus fruticosa* Pall., *Lonicera caerulea* ssp. *altaica* (Pall.) Gladkova, *Malus domestica* Borkh.

Проанализирована систематическая и типологическая структура синантропной флоры. Объединение видов в условно однородные экологические группы со сходным отношением к конкретному фактору среды (увлажнению, каменистости субстрата) проводилось с учетом приуроченности к определенным типам местообитаний [46]. Эколого-ценотические группы выделены на основе полевых наблюдений. Флора западных низкогорий протестирована по шкалам гемеробиальности [47–50] и гемероботолерантности [51] с использованием интегрированной информационной системы IBIS (версия 7.2) [44, 52]. Названия видов в тексте приведены по сводке С.К. Черепанова [53].

Результаты исследования и обсуждение

Синантропная флора исследуемой территории по нашим данным содержит 272 вида из 173 родов и 41 семейства. Она включает 167 аборигенных видов апофитов, а также 105 чужеродных (адвентивных) видов. В числе адвентивных – 19 видов-инродуцентов, которые способны возобновляться на данной территории без участия человека (*Alcea rosea* L., *Helianthus annuus* L., *Phalaris canariensis* L. и др.) или длительно существовать на месте заброшенных усадеб и населенных пунктов (*Stachys byzantina* K. Koch, *Syringa vulgaris* L., *Tilia cordata* Mill.). Почти все эти виды распространены в пределах населенных пунктов (в основном в окрестностях г. Змеиногорска и п. Колывань).

Анализ таксономической структуры синантропной фракции проведен в сравнении с общим списком флоры (табл. 1). В синатропной фракции флоры помимо Asteraceae и Poaceae лидируют Brassicaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, тогда как в семейственном спектре флоры в целом более высокий ранг у Fabaceae, Rosaceae, Cyperaceae.

Особенностью синантропной флоры является низкая доля участия семейства Cyperaceae; выход на лидирующие позиции Brassicaceae, Lamiaceae и Chenopodiaceae за счет однолетних видов. Семейства Aceraceae и Cucur-

bitaceae во флоре западных низкогорий Алтая, также как и во флоре Алтайского края [35], представлены только адвентивными растениями. В родовом спектре преобладание какого-либо таксона не выявлено, равномерно представлены роды *Chenopodium* (8 видов); *Potentilla* (7); *Centaurea*, *Artemisia*, *Cirsium*, *Rumex* (по 6); *Cuscuta*, *Plantago*, *Trifolium* (включая *Amoria*) (по 5).

Таблица 1 [Table 1]

Ведущие семейства флоры западных низкогорий Алтая
[The leading families of the flora of the western lowlands of the Altai mountains]

Семейство [Family]	Синантропная фракция флоры [The synanthropic fraction of the flora]				Флора в целом [Flora in general]			
	Ранг семейства [Family rank]	Доля во флоре [Proportion in the flora], %	Количество родов [Number of genera]	Количество видов [Number of species]	Ранг семейства [Family rank]	Доля во флоре [Proportion in the flora], %	Количество родов [Number of genera]	Количество видов [Number of species]
Asteraceae	1	19,5	32	53	1	13,1	58	144
Brassicaceae	2	11,0	23	31	6	4,6	31	51
Poaceae	3	8,1	16	22	2	9,0	40	100
Chenopodiaceae	4–5	6,6	7	18	–	–	–	–
Lamiaceae	4–5	6,6	12	18	7	4,0	19	44
Fabaceae	6	5,5	6	15	3	5,8	14	64
Polygonaceae	7	4,8	5	13	–	–	–	–
Caryophyllaceae	8–9	4,0	10	11	8	4,0	21	44
Rosaceae	8–9	4,0	4	11	4	5,4	19	60
Boraginaceae	10	3,7	9	10	–	–	–	–
Cyperaceae	–	–	–	–	5	5,1	6	56
Ranunculaceae	–	–	–	–	9	3,9	18	43
Apiaceae	–	–	–	–	10	3,7	27	41
Итого [Total]	1–10	73,9	124	202	1–10	58,6	253	647

Примечание. Пропуск в ячейке означает, что семейство не входит в 10 ведущих.
[*Note*. Blank cells mean that the family is not included in the top 10].

Выявлены ареалогические особенности синантропной флоры западных низкогорий Алтая. Анализ проведен на основе современного расселения видов, в синантропной фракции выделено 11 типов ареалов (табл. 2).

В синантропной флоре западных низкогорий Алтая закономерно преобладают виды с обширными ареалами. Наиболее многочисленны голарктические и палеарктические виды, значительная доля приходится на западнопалеарктические и космополиты. Преобладание видов с широкими ареалами обусловлено их экологической пластичностью, позволяющей адаптироваться в новых условиях и способностью быстро расселяться на свободных территориях.

Виды с голарктическим типом ареала распространены в большинстве областей (в том числе гумидных и аридных) Голарктики (*Arabis glabra* (L.) Bernh., *Artemisia vulgaris* L., *Atriplex patula* L., *Chenopodium pratericola* Rydb., *Cuscuta epithymum* Murr., *Draba nemorosa* L., *Erigeron acris* L., *Fago-*

pyrum esculentum Moench, *Medicago lupulina* L., *Neslia paniculata* (L.) Desv., *Oenothera biennis* L., *Rhinanthus aestivalis* (N.W. Zinger) Schischk. et Serg., *Stellaria media* (L.) Vill., *Solanum nigrum* L., *Trifolium arvense* L., *Viola arvensis* Murray и др.).

Таблица 2 [Table 2]

Распределение видов синантропной флоры западных низкогорий Алтая по типам ареалов
[Distribution of the synanthropic flora species of the western lowlands of the Altai mountains according to the habitat types]

Тип ареала [Type of habitat]	Синантропная фракция флоры [The synanthropic fraction of the flora]		Чужеродные виды [Alien species]		Апофиты [Apophytes]	
	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %
Космополитный [Cosmopolite]	35	12,9	17	16,3	18	10,8
Голарктический [Holarctic]	66	24,4	28	26,9	38	22,8
Азиатско-американский [Asian-American]	1	0,3	0	0	1	0,6
Палеарктический [Palaearctic]	56	20,7	14	13,5	42	25,1
Северопалеарктический [North Palaearctic]	4	1,5	1	0,9	3	1,8
Южнопалеарктический [South Palaearctic]	15	5,5	7	6,7	8	4,8
Восточнопалеарктический [East Palaearctic]	15	5,5	3	2,9	12	7,2
Западнопалеарктический [West Palaearctic]	50	18,1	20	18,3	30	17,9
Центральнопалеарктический [Central Palaearctic]	9	3,3	5	4,8	4	2,4
Евросибирский [Euro-Siberian]	11	4,1	4	3,8	7	4,2
Азиатский [Asiatic]	10	3,7	6	5,9	4	2,4
Итого [Total]	272		105		167	

Палеарктические виды – широко распространенные в гумидных областях Палеарктики и в особых условиях субаридных и аридных регионов – в степях Европы и Казахстана, в горах Средней Азии, в Средиземноморье, в Малой Азии (*Agrostis gigantea* Roth, *Asperugo procumbens* L., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Cannabis sativa* L., *Hyoscyamus niger* L., *Malva pusilla* Sm., *Melilotus albus* Medikus, *Poa angustifolia* L., *Sinapis arvensis* L., *Spergularia rubra* (L.) J. Presl et C. Presl, *Stachys annua* (L.) L., *Urtica urens* L. и др.). Кос-

мополиты – растения, встречающиеся во многих гумидных и аридных ботанико-географических областях Северного и Южного полушария (*Cardaria draba* (L.) Desv., *Datura stramonium* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Equisetum arvense* L., *Lepidium ruderale* L., *Matricaria recutita* L., *Poa annua* L., *Rorippa amphibia* (L.) Besser, *Sonchus asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. и др.). Западнопалеарктические виды широко распространены в Европе, Средиземноморье, Малой и Средней Азии, Западной Сибири (*Atriplex tatarica* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Bryonia alba* L., *Carduus nutans* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Filago arvensis* L., *Geum urbanum* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Lapsana communis* L., *Lepidium latifolium* L., *Lithospermum officinale* L., *Melampyrum arvense* L., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Salvia verticillata* L., *Verbascum phoeniceum* L. и др.).

Невелика доля восточнопалеарктических, распространенных по всем гумидным и аридным территориям Северной, Восточной и Центральной Азии (*Achillea asiatica* Serg., *Axyris amaranthoides* L., *Dracocephalum nutans* L., *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hylander, *Galeopsis bifida* Boenn., *G. ladanum* L., *Salsola australis* R. Br., *S. collina* Pall., *Urtica cannabina* L. и др.); южнопалеарктических, распространенных в субаридных и аридных областях Палеарктики (*Anthemis subtinctoria* Dobrocz., *Caucalis platycarpos* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Chenopodium botrys* L., *Fumaria schleicheri* Soy.-Will., *Lappula consanguinea* (Fisch. et C.A. Mey.) Guerke, *Lycopsis orientalis* L., *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Besser, *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., *C. incanum* (S.G. Gmel.) Fisch., *Orobanche coerulescens* Stephan, *O. cumana* Wallr., *Plantago urvillei* Opiz, *Tragopogon dubius* Scop.); евросибирских, распространенных в бореальных областях Европы, Сибири, горах Северной Монголии и заходящих в северные районы степной области (*Alchemilla subcrenata* Buser, *Campanula sibirica* L., *Centaurea pseudophrygia* C.A. Mey., *Cirsium serrulatum* (M. Bieb.) Fisch., *Corispermum hyssopifolium* L., *Fumaria officinalis* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Nonea rossica* Steven, *Potentilla argentea* L., *Rhinanthus vernalis* (N.W. Zinger) Schischk. et Serg.) видов.

Самые малочисленные группы – центральнопалеарктическая, включающая виды широко распространенные в Евразиатской степной области, Казахстане и Средней Азии (*Centaurea ruthenica* Lam., *Draba huetii* Boiss.); азиатская (*Anagallidium dichotomum* (L.) Griseb., *Artemisia sieversiana* Willd., *Axyris hybrida* L., *Chorispora sibirica* (L.) DC., *Eragrostis amurensis* Prob., *Euphorbia falcata* L.) и северопалеарктическая, в которую включены виды, распространенные преимущественно в бореальных областях Евразии. Они, как правило, отсутствуют в Средиземноморье, в Малой Азии, горах Средней Азии, в Центральной Азии (*Camelina microcarpa* Andrz., *Crepis tectorum* L., *Galium uliginosum* L., *Potentilla norvegica* L.). Азиатско-американский вид только один (*Artemisia glauca* Pall. ex Willd.).

Большинство видов-интродуцентов к настоящему времени имеют широкие (космополитный – *Helianthus anuus*, *Mentha spicata* L., *Panicum miliaceum* L.; голарктический – *Acer negundo* L., *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn., *Centaurea cyanus* L., *Helianthus tuberosus* L., *Solidago canadensis* L.; палеарктический – *Malva mauritiana* L.) ареалы. Небольшую группу составляют выходцы из азиатской части континента – *Salix ledebouriana* Trautv., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Ulmus laevis* Pall., *U. pumila* L. Часть видов являются выходцами из различных областей Средиземноморья и европейской части континента – *Alcea rosea*, *Phalaris canariensis*, *Stachys byzantina*, *Syringa vulgaris*, *Tilia cordata*. Южнопалеарктический тип ареала имеет *Fraxinus lanceolata* Borkh.

Можно отметить, что среди чужеродных видов большая доля приходится на голарктические виды, тогда как среди апофитов преобладают палеарктические.

Географическое положение изучаемой территории определяет сочетание степных, лесостепных и таежных ландшафтов, и как результат – неравномерное распределение осадков и увлажнения в целом. Экологический анализ проведен для синантропной фракции в целом и ее отдельных частей (включающих апофиты и чужеродные виды) по двум факторам – отношение растений к условиям увлажнения (табл. 3) и каменистости субстрата.

Таблица 3 [Table 3]

Распределение видов синантропной флоры западных низкогорий Алтая по отношению к условиям увлажнения
[Distribution of the synanthropic flora species of the western lowlands of the Altai mountains according to the conditions of moistening]

Экологическая группа [Ecological group]	Синантропная фракция флоры [The synanthropic fraction of the flora]		Чужеродные виды [Alien species]		Апофиты [Apophytes]	
	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %	Количество видов [Number of species]	Доля [Proportion], %
Ксерофиты [Xerophytes]	16	5,9	8	7,7	8	4,8
Ксеромезофиты [Xeromesophytes]	123	45,4	44	42,3	79	47,4
Мезофиты [Mesophytes]	119	43,5	51	48,1	68	40,8
Мезогигрофиты [Mesohygrophytes]	13	4,8	2	1,9	11	6,6
Гигрофиты [Hygrophytes]	1	0,4	0	0	1	0,4

По отношению к фактору увлажнения выделены 5 экологических групп. Группа ксерофитов включает растения сухих местообитаний – каменистых

степей, сухих скальных обнажений, обочин дорог в степной части территории. Среди чужеродных видов это *Bromus squarrosus* L., *Centaurea diffusa*, *Chenopodium pratericola*, *Fumaria schleicheri*, *Lepidium densiflorum* Schrad., *Polycnemum arvense* L., *Polygonum rurivagum* Jordan, William Paul ex Boreau, *Salix ledebouriana*; апофиты, переходящие с сухих каменистых склонов на обочины дорог: *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) Beauv., *A. cristatum* (L.) Beauv., *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy, *Artemisia frigida* Willd., *Nepeta ucranica* L.

Ксеромезофиты – это виды местообитаний с периодическим или постоянным (но небольшим) недостатком влаги, в том числе луговых степей и остепненных лугов, сосновых лесов, встречающиеся по обочинам дорог, в населенных пунктах. В синантропной флоре западных низкогорий Алтая эта группа преобладает. Из числа чужеродных видов к ней отнесены *Amaranthus blitoides* S. Watson, *Anchusa officinalis* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *A. patula*, *Brassica campestris* L., *Bromus mollis* L., *Centaurea jacea* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium serrulatum*, *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Corispermum hyssopifolium*, *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Datura stramonium*, *Draba huetii*, *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.) Cruchet, *Hyoscyamus niger*, *Isatis costata* C.A. Mey., *Lepidium latifolium*, *L. ruderale* L., *Medicago sativa* L., *Neslia paniculata*, *Onopordum acanthium* L., *Pastinaca sylvestris* Mill., *Potentilla recta* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Silene dichotoma* Ehrh., *Sinapis arvensis*, *Stachys annua*, *S. byzantina*, *Tragopogon dubius*, *Trifolium arvense*, *Ulmus pumila*, *Verbascum lychnitis* L., *Viola arvensis*, *Xanthium strumarium* L. Все эти виды распространены преимущественно в степных сообществах. *Artemisia absinthium* L., *Bunias orientalis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus, *Thlaspi arvense* L. встречаются по всей территории, включая горно-таежную. К группе отнесены также обитатели лугов и зарослей кустарников – *Carum carvi* L., *Centaurea scabiosa* L., *Echinops sphaerocephalus* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Galium vaillantii* DC. et DC., *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Pimpinella saxifraga* L., *Verbascum thapsus* L., *Vicia cracca* L., *V. tenuifolia* Roth; виды, характерные для степей, в том числе петрофитных – *Anagallidium dichotomum*, *Androsace maxima* L., *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Camelina microcarpa*, *Cardaria draba*, *Chorispora sibirica*, *Dracocephalum nutans*, *Elytrigia lolioides* (Kar. et Kir.) Nevski, *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Linaria vulgaris*, *Potentilla bifurca* L., *P. canescens* Besser, *Teloxys aristata* (L.) Moq., *Verbascum phoeniceum*. Большинство этих видов также распространены в степных и лесостепных ландшафтах.

Мезофиты – растения, обитающие в условиях достаточного увлажнения, это виды луговых сообществ, травяного покрова лесов и некоторые древесные и кустарниковые породы. Из числа апофитов к этой группе отнесены лугово-лесные – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Cirsium serratuloides* (L.) Hill, *Dactylis glomerata* L., *Equisetum pratense* Ehrh., *Festuca pratensis* Huds., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Plantago major* L., *Prunella vulgaris* L., *Rumex acetosa* L.; лесные – *Artemisia vulgaris*; луговые – *Alchemilla sub-*

crenata, *Chenopodium rubrum* L., *Equisetum arvense*, *Geranium sibiricum* L., *Humulus lupulus* L., *Lamium album* L., *Rumex crispus* L., *R. confertus* Willd., *Urtica dioica* L. Среди чужеродных видов доля мезофитов больше, чем среди апофитов. Это виды, произрастающие в долинных комплексах – *Amoria fragifera* (L.) Roskov, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray, *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.; виды, распространенные преимущественно возле жилья – *Acer negundo*, *Alcea rosea*, *Chenopodium botrys*, *Ch. suecicum* J. Murr., *Conium maculatum* L., *Fraxinus lanceolata*, *Helianthus anuus*, *H. tuberosus*, *Malus baccata*, *Malva mauritiana*, *Mentha spicata*, *M. suaveolens*, *Saponaria officinalis* L., *Solidago canadensis*, *Syringa vulgaris*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Urtica cannabina*, *U. urens*; виды обочин дорог *Echium vulgare* L., *Potentilla norvegica, Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Solanum nigrum, Sonchus asper*.

Мезогигрофиты – представители местообитаний с более высоким уровнем увлажнения, чем у типичных мезофитов (сырые леса, луга, прибрежные участки). В синантропной флоре таких видов немного. Они представлены в основном апофитами, разрастающимися на нарушенных местообитаниях в долинах рек и по берегам озер в результате стравливания скотом или из-за высокой рекреационной нагрузки – *Agrostis stolonifera* L., *Bidens tripartita* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Carex leporina* L., *Galium uliginosum*, *Lycopus europaeus* L., *Persicaria lapathifolia* (L.) Gray, *Potentilla anserina* L., *Pulicaria vulgaris* Gaertn., *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Stachys palustris* L. Из числа адвентивных – это *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn., B. Mey. et Scherb., *Rorippa amphibia*.

В группу гигрофитов вошел только один вид – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., обитающий по берегам водоемов и поселяющийся в сходных условиях на антропогенно преобразованных территориях – в канавах, по обочинам дорог, искусственных водоемах.

Анализ приуроченности видов к местообитаниям с различными условиями увлажнения выявил, что большинство видов синантропной флоры произрастает в условиях с небольшим недостатком влаги или достаточного увлажнения.

По отношению к каменистости субстрата выделены две экологические группы: факультативные петрофиты – виды, способные произрастать как на каменистых, так и на других субстратах; непетрофиты – виды, избегающие каменистых местообитаний. Непетрофитами являются 70,6% видов, однако значительная доля среди синантропных растений факультативных петрофитов (29,4%) указывает на преадаптированность этих видов к условиям антропогенных экотопов, проявляющуюся в способности занимать свободные ниши на каменистых и песчаных субстратах. Факультативные петрофиты из числа апофитов – это в основном степные виды, распространяющиеся по обочинам дорог, часто имеющих щебнистый субстрат, – *Acinos arvensis*, *Agropyron cristatum*, *Androsace maxima*, *Arabidopsis thaliana, Artemisia frigi-*

da, *A. scoparia* Waldst. et Kit., *Camelina microcarpa*, *Dracocephalum ruyschiana* L., *Erodium cicutarium*, *Erysimum marschallianum* Andrz., *Euphrasia pectinata* Ten., *Filago arvensis*, *Herniaria glabra* L., *Lappula consanguinea*, *Nepeta ucranica*, *Verbascum thapsus*. Из чужеродных видов, имеющих склонность расти на щебнистых субстратах и распространяющихся на исследуемой территории также по обочинам дорог, можно отметить *Arenaria viscida* Haller f. ex Loisel, *Caucalis platycarpos*, *Cichorium intybus*, *Corispermum hyssopifolium*, *Echium vulgare*, *Eragrostis amurensis*, *Fumaria schleicheri*, *Isatis costata*, *Lycopsis orientalis, Polycnemum arvense*, *Potentilla recta*.

Выполнен анализ эколого-ценотической структуры синантропной флоры. Выделены следующие флористические комплексы: рудеральный, степной, луговой, долинный, кустарниковый, лесной.

К рудеральному комплексу отнесены 105 адвентивных видов, так как они встречаются преимущественно на антропогенно нарушенных местообитаниях, а также 44 вида апофита. Эти растения не являются для региона в целом чужеродными, но в низкогорьях Западного Алтая обитают большей частью на антропогенных местообитаниях. Это широко распространенные *Amaranthus retroflexus* L., *Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *Arenaria viscida*, *Artemisia sieversiana*, *Atriplex tatarica*, *Carduus crispus* L., *C. nutans* L., *Ceratocephala testiculata*, *Chelidonium majus* L., *Chenopodium album* L., *Ch. polyspermum*, *Ch. urbicum* L., *Cirsium incanum*, *C. vulgare* (Savi) Ten., *Convolvulus arvensis* L., *Cynoglossum officinale* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Dracocephalum thymiflorum* L., *Galeopsis bifida*, *Geum urbanum*, *Lactuca serriola* L., *Lappula squarrosa*, *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Malva pusilla*, *Melilotus albus*, *Myosotis arvensis*, *Nonea rossica*, *Persicaria scabra* (Moench) Moldenke, *Poa annua*, *Polygonum aviculare* L., *P. rurivagum*, *Potentilla supina* ssp. *paradoxa* (Nutt. ex Torr. et Gray) Sojak, *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Pulicaria vulgaris*, *Rhinanthus vernalis* (N.W. Zinger) Schischk. et Serg., *Salsola australis*, *S. collina*, *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult., *S. viridis* (L.) P. Beauv., *Sisymbrium loeselii* L., *Spergularia rubra* (L.) J. Presl et C. Presl, *Urtica cannabina*, *U. urens* L.

Большая часть апофитов встречается и в составе естественных (или малонарушенных) сообществ. Таких видов 123. Мы проанализировали их приуроченность к различным флористическим комплексам.

Степной комплекс включает 34 вида, в том числе виды настоящих степей *Agropyron pectinatum*, *Campanula sibirica*, *Elytrigia lolioides*, *Lappula consanguinea* (Fisch. et C.A. Mey.) Guerke, *Orobanche cumana* Wallr., *Plantago urvillei*, *Salvia verticillata*, *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth; петрофитных степей – *Acinos arvensis*, *Agropyron cristatum*, *Androsace maxima*, *Arabidopsis thaliana*, *Artemisia frigida*, *A. scoparia*, *Axyris hybrida*, *Erysimum cheiranthoides* L., *E. marschallianum*, *Nepeta ucranica*, *Orobanche coerulescens, Potentilla bifurca*, *P. canescens*, *Teloxys aristata*, *Verbascum phoeniceum*; виды каменистых осыпей и мелкоземистых площадок в гранитных скалах – *Arabis pendula* L., *Chenopodium hybridum* L., *Herniaria glabra, Plantago depressa* Schltdl.

Луговой комплекс представлен 22 видами, включает растения суходольных лугов – *Achillea millefolium* L., *Amoria repens* (L.) C. Presl, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carum carvi*, *Crepis tectorum, Cuscuta europaea* L., *Dracocephalum ruyschiana*, *Elytrigia repens*, *Knautia arvensis*, *Medicago falcata* L., *Melilotus officinalis*, *Plantago media* L., *Rumex thyrsiflorus* Fingerh., *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense* L., *Vicia tenuifolia*; солонцеватых лугов – *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., *Melilotus dentatus* (Waldst. et Kit.) Pers., *Polygonum patulum* M. Bieb., *Rumex pseudonatronatus* (Borbrs) Borbrs ex Murb.

Долинный комплекс включает 23 вида, обитающих по берегам рек и озер, – *Agrostis stolonifera*, *Bidens tripartita*, *Carex leporina*, *Persicaria lapathifolia, Phragmites australis*, *Rorippa palustris*; виды пойменных комплексов (лесов, зарослей кустарников) – *Calystegia sepium*, *Galium uliginosum*, *Geranium sibiricum*, *Humulus lupulus*, *Lamium album*, *Lycopus europaeus*, *Stachys palustris*, *Urtica dioica*; виды сырых лугов по поймам рек и берегам озер (часто используемых под выпас) – *Alchemilla subcrenata*, *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Potentilla anserina*, *Rumex confertus*, *R. crispus*, *Plantago major*; вид, предпочитающий сырые тенистые овраги, обрывы, – *Tussilago farfara* L.

Кустарниковый комплекс (34 вида) крайне неоднороден, в него включены виды кустарниковых зарослей – *Cuscuta lupuliformis* Krock., *Echinops sphaerocephalus, Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *Galium vaillantii* DC. et DC., *G. mollugo* L., *Geum aleppicum* Jacq., а также некоторые луговые – *Arabis glabra*, *Centaurea scabiosa*, *Cerastium holosteoides* Fr., *Euphorbia virgata*, *Hieracium umbellatum* L., *Medicago lupulina*, *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Odontites vulgaris* Moench, *Pimpinella saxifraga*, *Sonchus arvensis* L., *Verbascum thapsus*, *Vicia cracca*, *V. sepium* L. и лугово-степные виды – *Achillea asiatica*, *Anagallidium dichotomum*, *Anthemis subtinctoria, Artemisia glauca* Pall. ex Willd., *Cerastium arvense* L., *Euphrasia pectinata*, *Linaria vulgaris, Lithospermum officinale*, *Poa angustifolia*, *Potentilla argentea, Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., чаще встречающиеся на исследуемой территории в зарослях кустарников.

Лесной комплекс составляют 10 видов. Собственно лесных видов не выявлено, комплекс представлен растениями лесных лугов и опушек – *Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium serratuloides*, *Dactylis glomerata*, *Equisetum pratense*, *Festuca pratensis*, *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Leucanthemum vulgare*, *Prunella vulgaris, Rumex acetosa*, *R. acetosella* L.

В составе апофитов преобладают виды степного (27,6%) и кустарникового (27,6%) комплексов. Затем следуют виды долинного (18,7%) и лугового (17,9%) комплексов, лесной (8,2%) самый малочисленный. Широкое распространение степных и луговых видов на рудеральных местообитаниях связано и с тем, что степная часть территории западных низкогорий Алтая наиболее антропогенно трансформирована – степные пространства распаханы, луговые и пойменные, а также неудобья (сопочные массивы) исполь-

зуются под выпас. Лесные комплексы также подвергаются антропогенному воздействию. В горно-лесной части территории антропогенные местообитания – это вырубки и лесные дороги, территории небольших населенных пунктов (иногда уже нежилых), а также туристические стоянки и тропы (в районе г. Синюха и оз. Белое). Добыча полезных ископаемых носит здесь локальный характер. Нарушенные в результате ее земли – это отвалы горнорудного производства и карьеры от добычи поделочных камней и строительных материалов.

В синантропной флоре западных низкогорий Алтая 31 вид включен в Черную книгу флоры Сибири [45]. В их числе:

– Виды-«трансформеры» (статус 1), которые активно внедряются в естественные и полуестественные сообщества, изменяют облик экосистем, нарушают сукцессионные связи, выступают в качестве эдификаторов и доминантов, образуют значительные по площади одновидовые заросли, вытесняют или препятствуют возобновлению видов природной флоры, – *Echinocystis lobata*, разрастающийся в поймах рек, у жилья, на пустырях; *Acer negundo*, произрастающий в населенных пунктах, лесополосах, у дорог, в пойменных лесах; *Solidago canadensis* на исследуемой территории пока не выходит за пределы поселений.

– Чужеродные виды (статус 2), активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных полуестественных и естественных местообитаниях, – *Centaurea diffusa* и *C. jacea*. довольно широко распространены на исследуемой территории на залежах, где могут образовывать почти монодоминатные заросли, по обочинам дорог, на лугах и лесных полянах; *Conyza canadensis*, *Cyclachaena xanthiifolia* распространяются вдоль дорог и в населенных пунктах; *Medicago sativa, Pastinaca sylvestris, Tripleurospermum inodorum*, растущие по обочинам дорог, в населенных пунктах, встречаются часто в зарослях кустарников и по лугам; *Armoracia rusticana* культивируется, дичает по мусорным местам, у жилья; *Ulmus laevis, U. pumila* еще не столь активно расселяются по территории, их можно обнаружить близ населенных пунктов и мест посадок.

– Чужеродные виды (статус 3), расселяющиеся и натурализующиеся в настоящее время в нарушенных местообитаниях, – *Echinochloa crusgalli*, встречающийся в основном по окраинам полей; *Amoria hybrida* (L.) C. Presl, *Conium maculatum*, *Echium vulgare, Hordeum jubatum* L.*, Plantago lanceolata* L., *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., произрастающие на залежах, у жилья, дорог; *Helianthus tuberosus* культивируется, дичает по мусорным местам в пределах населенных пунктов.

– Потенциально инвазионные виды (статус 4), способные к возобновлению в местах заноса и проявившие себя в других регионах Сибирского федерального округа в качестве инвазионных, – *Atriplex sagittata*, *Axyris amaranthoides, Lactuca serriola*, *Lepidium densiflorum,* встречающиеся у жилья и по обочинам дорог; в основном в пределах населенных пунктов произрастает

Lepidotheca suaveolens; культивируются, дичают по мусорным местам, у жилья, в лесополосах, у дорог *Saponaria officinalis, Malus baccata*; по берегам рек, в зарослях кустарников произрастают *Cuscuta europaea, C. lupuliformis*; находки на территории *Cuscuta approximata* Bab., *C. campestris* Yuncker. пока единичны.

К потенциально инвазионным можно отнести два вида – *Cirsium serrulatum, C. vulgare,* которые распространяются вдоль дорог с сопредельной территории Казахстана. Также мы отмечаем в последние годы активное расселение по обочинам дорог апофита *Echinops sphaerocephalus*.

В целом адвентивные виды во флоре западных низкогорий Алтая составляют 11,6% (с учетом 26 видов, не включенных в анализ, см. выше). Во флоре Алтайского края чужеродные виды составляют 13,7% [54]; Республики Алтай – 10,6% [55, 56]; Кемеровской области – 11% [57]; Байкальской Сибири – 13% [58]. В региональных флорах Восточной Европы доля адвентивных видов доходит до 20–25% [59], например, адвентивная флора Московской области насчитывает около 25% от общего числа видов сосудистых растений [60]. В мировом масштабе для 56% материковых регионов доля натурализованных пришельцев не превышает 10%, и только 2% территорий (умеренные и субтропические области Северной Америки и Австралии) характеризуются высокими уровнями натурализации адвентивных растений – 40% и выше [61]. Число заносных видов зависит от площади территории, широтного градиента, длительности периода, в течение которого происходит занос новых видов, степени урбанизации. Так, в лесных экосистемах Европы выявлено в общей сложности 386 чужеродных видов (что составляет 7% всех зарегистрированных сосудистых растений) [62], тогда как адвентивная фракция в городских флорах Средней Европы составляет 40,3% [59].

Флора западных низкогорий Алтая протестирована по шкалам гемеробиальности [44, 52] и гемероботолерантности [51]. По шкале Н.Г. Ильминских определены 656 видов (58,5% от флоры исследуемой территории); шкале М.М. Черосова, Б.Н. Пестрякова, разработанной для Якутии [50], – 515 (46,6%); шкале немецких исследователей С. Клотца, В. Кюника, Д. Франка [47–49] – 521 (47,2%). В их числе аборигенные виды – 50,6; 43,1; 39,7% соответственно. Эти шкалы разработаны для территорий, отличных по климатическим (как отмечалось ранее [50], в условиях Якутии степень гемеробии многих видов изменяется) и экономическим условиям, и не могут использоваться для характеристики флоры западных низкогорий Алтая. Высокое соответствие демонстрирует амплитудно-оптимумная шкала гемероботолерантности, разработанная для юга Сибири [51], где представлены данные для 1 015 видов (91,9%) исследуемой флоры; в их числе аборигенные растения – 92,8%. Тестовый вариант шкалы представлен в программе IBIS (версия 7.2), неполные (предварительные) статусы имеют 100 видов исследуемой флоры. Интегральный индекс нарушенно-

сти для флоры западных низкогорий Алтая – 3,5% (9 градаций в шкале), ее апофитной фракции – 3,3. В составе синантропной фракции флоры западных низкогорий Алтая существенно возрастает доля высокотолерантных видов, что показывает распределение оптимумов индикаторов по градациям шкалы (табл. 4).

Таблица 4 [Table 4]

Распределение оптимумов индикаторов по градациям шкалы гемероботолерантности [Distribution of indicator optimums on the hemeroby scale], %

Градации шкалы гемероботолерантности [Grades of the hemeroby scale (1-9)]	Флора юга Сибири [Flora of the south of Siberia]*	Флора западных низкогорий Алтая в целом [Flora of the western lowlands of the Altai mountains, in general]	Синантропная фракция флоры [The synanthropic fraction of the flora]
1	3,262	5,520	0,368
2	24,185	31,855	6,985
3	16,474	22,443	9,191
4	10,346	8,959	6,985
5	7,084	5,973	9,191
6	9,621	5,430	13,603
7	9,720	5,158	17,279
8	7,545	6,063	22,794
9	2,273	0,453	0,735
Статус не определен [Undefined status]	0	8,145	12,868

* Данные для юга Сибири [51] рассчитаны для 2 747 таксонов-индикаторов.
[* Data for the south of Siberia [51] were calculated for 2 747 indicator taxons].

Наиболее высокие показатели гемероботолерантности (градации 8 и 9) у 65 видов синантропной флоры, в их числе апофиты (*Artemisia sieversiana, A. vulgaris, Bromopsis inermis, Carduus crispus, Chelidonium majus, Chenopodium album, Cirsium setosum, Convolvulus arvensis, Crepis tectorum, Galeopsis bifida, Geranium sibiricum, Lappula squarrosa, Persicaria scabra, Polygonum aviculare, Taraxacum officinale* и др.) и 28 адвентивных растений (*Conium maculatum, Conyza canadensis, Echinochloa crusgalli, Echinocystis lobata, Echium vulgare, Lepidium ruderale, Medicago sativa, Panicum miliaceum, Pastinaca sylvestris, Tragopogon dubius, Tripleurospermum inodorum*). В то же время для 32 адвентивных видов статус гемероботолерантности на юге Сибири пока не определен; в их числе как изредка единично или небольшими зарослями встречающиеся (*Anchusa officinalis, Asperugo procumbens, Bromus squarrosus, Cuscuta campestris, C. epithymum, Datura stramonium, Draba huetii, Lapsana communis, Lycopsis orientalis, Silene dichotoma*), так и образующие обширные заросли виды (*Cyclachaena xanthiifolia, Euphorbia falcata, Galium vaillantii, Solidago canadensis*).

Доля адвентивных видов во флоре, а также анализ по шкале гемеробото-

лерантности свидетельствуют о невысокой степени трансформации флоры западных низкогорий Алтая, несмотря на то, что данная территория используется в сельском хозяйстве и горнодобывающей промышленности более 300 лет. Причинами, сдерживающими распространение синантропных растений, являются отсутствие крупных авто- и ж.-д. магистралей и низкий уровень урбанизации. Интенсивное развитие туристической инфраструктуры может привести к увеличению антропогенной трансформации флоры.

Заключение

Таким образом, установлено, что современный состав синантропной флоры западных низкогорий Алтая включает 272 вида, из которых 105 являются чужеродными, а 167 апофитами. Анализ таксономической структуры показал, что спектр ведущих семейств синантропной фракции близок к таковому генеральной совокупности флоры, но его структура изменяется – понижается ранг Poaceae, Fabaceae, Rosaceae, Cyperaceae; на лидирующие позиции выходят Brassicaceae, Lamiaceae, Chenopodiaceae. Анализ типологических элементов синантропной флоры выявил, что это главным образом широкоареальные виды (голарктические, палеарктические, западнопалеарктические, космополиты), предпочитающие местообитания с небольшим периодическим недостатком влаги или с достаточным увлажнением, – ксеромезофиты и мезофиты; две трети от общего числа являются непетрофитами. Данные эколого-ценотического анализа показывают, что 55% аборигенных видов апофитов, переходящих на антропогенные местообитания, относятся к степному и кустарниковому комплексам. Доля адвентивных видов (11,6%) и данные анализа по шкале гемероботолерантности свидетельствуют о невысокой степени антропогенной трансформации флоры западных низкогорий Алтая.

Литература

1. Falinski J.B. Synanthropization of plant cover : synantropic flora and vegetation of towns connected with their natural condition history and function // Materialy Zakladu Fitosocjologii Stosowanej Univ. Warszawa. 1971. T. 2. S. 21–37.
2. Чопик В.И. Флора и технический прогресс // Ботанический журнал. 1972. Т. 57, № 3. С. 281–289.
3. Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Ботанический журнал. 1979. Т. 64, № 12. С. 1697–1714.
4. Малышев Л.И. Изменение флор земного шара под влиянием антропогенного давления // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1981. № 3. С. 5–20.
5. Вульф Е.В. Введение в историческую географию растений. М. ; Л. : Сельхозгиз, 1933. 415 с.
6. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Волжско-Камского междуречья. Свердловск : Изд-во Уральского ун-та, 1988. 128 с.
7. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М. : Наука, 1989. 223 с.

8. Дорогостайская Е.В. Сорные растения Крайнего Севера СССР // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение / под ред. Б.А. Тихомирова. Л. : Наука, 1972. Вып. 13. 172 с.
9. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М. : ГЕОС, 2009. 494 с.
10. Лысенко Д.С. Синантропная флора Магаданской области. Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2012. 111 с.
11. Третьякова А.С., Мухин В.А. Синантропная флора Среднего Урала. Екатеринбург, 2001. 148 с.
12. Sukopp H. On the early history of urban ecology in Europe // Preslia. 2002. Vol. 74. PP. 373–393.
13. Thellung A. Zur Terminologie der Adventiv- und Ruderal floristic // Allgemeine Botanische Zeitschrift. 1922 (1918–1919). Bd. 24–25. S. 36–42.
14. Вынаев Г.В., Третьяков Д.И. Классификации антропофитов и новых для флоры БССР интродуцированных видов растений // Ботаника: (Исследования). 1979. Вып. 21. С. 62–72.
15. Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения / под ред. И.Э. Смелянского, Г.А. Пронькиной. Новосибирск : Гео, 2009. 260 с.
16. Смелянский И., Егорова А., Королюк А. Предгорья Рудного Алтая – ключевой степной регион международного значения // Степной бюллетень. 2005. № 19. С. 4–11.
17. Энциклопедия Алтайского края / под ред. В.Т. Мищенко. Барнаул : Алтайское книжное изд-во, 1996. Т. 2. С. 67–213.
18. Алтай : путеводитель / под ред. С. Чесновицкой. М. : Авангард, 1999. С. 122–124.
19. Силантьева М.М. Этапы антропогенной трансформации растительного покрова, использования растительных ресурсов и динамика формирования адвентивного элемента флоры на территории Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : материалы V Международной научно-практической конференции, 21–23 ноября 2006 г. Барнаул : АзБука, 2006. С. 218–252.
20. Красная книга Алтайского края : Особо охраняемые природные территории. 2-е изд. / И.В. Андреева, В.А. Балашова, О.Н. Барышникова, Д.М. Безматерных, С.А. Бондаревская, М.В. Бурмистров, А.А. Ваганов, В.К. Винстингаузен, А.В. Волынкин, А.Г. Вотинов, О.Я. Гармс, П.В. Голяков, А.Е. Гребенникова, Е.А. Давыдов, А.Н. Дубров, А.А. Дубров, Д.А. Дурникин, Н.В. Елесова, О.Н. Жихарева, В.Б. Журавлев, Д.В. Золотов, А.Г. Иноземцев, Н.Л. Ирисова, М.В. Катернюк, А.В. Кечайкин, Т.М. Копытина, А.Ю. Королюк, П.А. Косачев, А.Н. Куприянов, М.Г. Куцев, О.Н. Мироненко, А.А. Миронова, О.М. Маслова, Н.В. Овчарова, Е.Г. Папамонов, В.Ю. Петров, С.Г. Платонова, Е.В. Репетунова, И.Н. Ротанова, Д.В. Рыжков, Г.В. Силантьев, М.М. Силантьева, Р.Г. Скалозубов, Е.Ю. Скачко, В.В. Скрипко, И.Э. Смелянский, С.В. Смирнов, В.П. Соловов, Т.О. Стрельникова, Т.А. Терехина, И.А. Хрусталева, И.Г. Чухина, Ю.Г. Швецов, А.И. Шмаков, А.А. Шибанова, А.А. Шорина, К.С. Щербинин, Т.П. Ясюченя. Барнаул, 2009. Т. 3. С. 218–223.
21. Романов А.Н., Харламов С.В. Колыванский хребет : путеводитель. Барнаул : РЭМ, 2002. 78 с.
22. Харламов С.В., Корчагин П.А. Туризм и отдых в юго-западной части Алтайского края. Барнаул : Азбука, 2005. 124 с.
23. Алтай туристический / под ред. М.П. Щетинина. Барнаул : Красный угол, 2011. 223 с.
24. Шошина Н.А., Хомякова О.В. Туристско-рекреационные ресурсы Горной Колывани // Вестник алтайской науки. 2008. № 3. С. 95–101.
25. Гармс О.Я. Приоритеты национального парка «Горная Колывань» // География – теория и практика, современные проблемы и перспективы : материалы Всероссийской

научно-практической конференции с участием иностранных ученых, 15–18 апреля 2009 г. Барнаул : Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2009. С. 71–73.
26. Занин Г.В. Геоморфология Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. М. : Изд-во АН СССР, 1958. Т. 1. С. 62–98.
27. Атлас. Алтайский край / отв. ред. И.П. Заруцкая. Москва ; Барнаул : ГУГК, 1978. Т. 1. 222 с.
28. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. М. : Наука, 1980. 188 с.
29. Сляднев А.П., Фельдман Я.И. Важнейшие черты климата Алтайского края // Природное районирование Алтайского края. М. : Изд-во АН СССР, 1958. С. 9–61.
30. Бочарников М.В. Ценотическое разнообразие и разномасштабное картографирование растительности Западного Алтая // Растительный мир Азиатской России. 2017. № 1 (25). С. 86–97. doi :10.21782/RMAR1995-2449-2017-1(86-97)
31. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. Новосибирск : Наука, 1960. 450 с.
32. Крылов Г.В., Салатова Н.Г. История ботанических и лесных исследований в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск : Наука, 1969. 276 с.
33. Крылов Г.В., Завалишин В.В., Козакова Н.Ф. Исследователи Западной Сибири. Новосибирск : Новосибирское книжное изд-во, 1988. 352 с.
34. Эбель А.Л. Конспект флоры северо-западной части Алтае-Саянской провинции. Кемерово : КРЭОО «Ирбис», 2012. 568 с.
35. Силантьева М.М. Конспект флоры Алтайского края. Барнаул : Изд-во Алтайского ун-та, 2013. 518 с.
36. Маслова О.М. Конспект флоры западных низкогорий Алтая // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 2003. Вып. 9. С. 3–50.
37. Копытина Т.М., Терехина Т.А., Некрасова Н.В. Конспект флоры города Змеиногорска Алтайского края и его окрестностей // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 2003. Вып. 9. С. 74–87.
38. Клещева Е.А., Королюк А.Ю., Лащинский Н.Н. Флористические находки в Новосибирской области и на юге Алтайского края // Turczaninowia. 2005. Т. 8 (2). С. 30–34.
39. Усик Н.А. Новые сведения о местонахождениях редких видов флоры Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, 20–23 октября 2014 г. Барнаул : Концепт, 2014. С. 247–250.
40. Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и сопредельных государств. Барнаул : Изд-во Алтайского ун-та, 2005. 294 с.
41. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. Л. : Наука, 1983. 452 с.
42. Терехина Т.А. Антропогенные фитосистемы. Барнаул : Изд-во Алтайского ун-та, 2000. С. 179–216.
43. Пяк А.И., Мерзлякова И.Е. Сосудистые растения г. Томска. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2000. 80 с.
44. Зверев А.А. Использование шкал гемеробиальности и урбанитета для оценки антропогенной трансформации флоры и растительности // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы II Российской научной конференции с международным участием, 24–25 ноября 2009 г. Кемерово : КРЭОО Ирбис, 2009. С. 52–59.
45. Эбель А.Л., Куприянов А.Н., Стрельникова Т.О. Анкипович Е.С., Антипова Е.М., Антипова С.В., Буко Т.Е., Верхозина А.В., Доронькин В.М., Ефремов А.Н., Зыкова Е.Ю., Кирина А.О., Ковригина Л.Н., Ламанова Т.Г., Михайлова С.И., Ножинков А.Е., Пликина Н.В., Силантьева М.М., Степанов Н.В., Тарасова И.В., Терехина Т.А., Филипова А.В., Хрусталева И.А., Шауло Д.В., Шереметова С.А. Черная книга флоры Сибири / науч. ред. Ю.К. Виноградова ; отв. ред. А.Н. Куприянов. Новосибирск : Гео, 2016. 440 с.

46. Горышина Т.К. Экология растений. М. : Высш. шк., 1979. 365 с.
47. Kunick W. Veränderungen vof Flora und Vegetation einer Großderstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (West) : Diss. Berlin : Technische Universität Berlin, 1974.
48. Klotz S. Phytoökologische Beiträge zur Charakterisierung und Gliederung urbaner Ökosysteme, dargestellt am Beispiel der Städte Halle und Halle-Neustadt: Diss. Halle : MartinLuter-Universität, 1984.
49. Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Halle-Wittenberg: MartinLuter-Universität, 1990. 167 S.
50. Пестряков Б.Н., Черосов М.М., Ишбирдин А.Р. Гемеробиальность растений Якутии // Научные ведомости Белгородского университета. Серия Естественные науки. 2011. Т. 15, № 9–1 (104). С. 131–135.
51. Зверев А.А., Шереметова С.А., Шереметов Р.Т. Шкала гемероботолерантности растений как инструмент для анализа флористических данных в рамках бассейнового подхода // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы V Международной конференции, 2–3 октября 2018 г. Кемерово : ФИЦ УУХ СО РАН, 2018. С. 20–26.
52. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова : учеб. пособие. Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
53. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб. : Мир и семья–95, 1995. 991 с.
54. Силантьева М.М. Адвентивные виды растений во флоре Алтайского края // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий. Кемерово, 2010. Вып. 6. С. 45–48.
55. Определитель растений Республики Алтай / отв. ред. И.М. Красноборов, И.А. Артемов. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. 701 с.
56. Зыкова Е.Ю. Адвентивная флора Республики Алтай // Растительный мир Азиатской России. 2015. № 3 (19). С. 72–87.
57. Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. 167 с.
58. Верхозина А.В. Антропогенная трансформация флоры Байкальской Сибири // Синантропизация растений и животных: материалы Всероссийской конференции с международным участием, 21–25 мая 2007 г. Иркутск : Изд-во Института географии СО РАН, 2007. С. 13–15.
59. Морозова О.В. Участие адвентивных видов в разнообразии и структуре флор Восточной Европы // Известия РАН. Серия географическая. 2003. № 3. С. 63–71.
60. Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. Конспект флоры адвентивных растений Московской области // Флористические исследования в Московской области / отв. ред. А.К. Скворцов. М. : Наука, 1990. С. 5–105.
61. Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L.A., Barcelona J.F., Cabezas F.J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castańo N., Chacón E., Chatelain C., Dullinger S., Ebel A.L., Figueiredo E., Fuentes N., Genovesi P., Groom Q.J., Henderson L., Inderjit, Kupriyanov A., Masciadri S., Maurel N., Meerman J., Morozova O., Moser D., Nickrent D., Nowak P.M., Pagad S., Patzelt A., Pelser P.B., Seebens H., Shu W., Thomas J., Velayos M., Weber E., Wieringa J.J., Baptiste M.P., van Kleunen M. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion // Preslia. 2017. Vol. 89, № 3. PP. 203–274. doi: 10.23855/preslia.2017.203
62. Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Perg J., Hennekens S., Biurrun I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J.S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Ćušterevska R., Schaminée J.H.J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J.-C., Kącki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-

Mijangos I., Campos J.A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V., Pyšek P. Alien plant invasions in European woodlands // Diversity and Distributions. 2017. № 23. PP. 969–981. doi: 10.1111/ddi.12592

Поступила в редакцию 12.07.2018 г.; повторно 21.12.2018 г.; 31.05.2019 г.; принята 19.07.2019 г.; опубликована 27.09.2019 г.

Авторский коллектив:
Маслова Ольга Михайловна – ст. преп. кафедры рекреационной географии, туризма и регионального маркетинга, географический факультет, Алтайский государственный университет (Россия, 656002, г. Барнаул, пр. Ленина, 61).
E-mail: maslova@geo.asu.ru
Хрусталева Ирина Артуровна – канд. биол. наук, с.н.с. лаборатории экологической оценки и управления биоразнообразием отдела «Кузбасский ботанический сад», Институт экологии человека ФИЦ УУХ СО РАН (Россия, 650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10).
ORCID iD: https://orcid.org/0000-0002-6451-0152
E-mail: atriplex@rambler.ru
Стрельникова Татьяна Олеговна – канд. биол. наук, с.н.с. лаборатории экологической оценки и управления биоразнообразием отдела «Кузбасский ботанический сад», Институт экологии человека ФИЦ УУХ СО РАН (Россия, 650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10).
E-mail: strelnikova21@yandex.ru

For citation: Maslova OM, Khrustaleva IA, Strelnikova TO. Synanthropic flora of the western lowlands of the Altai mountains. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology.* 2019;47:74-102. doi: 10.17223/19988591/47/5 In Russian, English Summary

Olga M. Maslova[1], Irina A. Khrustaleva[2], Tatiana O. Strelnikova[2]

[1] Altai State University, Barnaul, Russian Federation
[2] Institute of Human Ecology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russian Federation

Synanthropic flora of the western lowlands of the Altai mountains

The aim of the research was to study the composition and the characteristics of the synanthropic flora of the western lowlands of the Altai mountains. The territory is located in the north-west of the Altai mountains (*See Fig. 1*). It is represented by the Kolyvan Ridge and a part of the adjacent Pre-Altai Plain with low stony arrays along the Alei river, the Loktevka river, the Belaya river and the Charysh River (within geographical coordinates 50°45'-51°45'N, 81°35'-82°46'E). About 300 years ago, on this territory there were discovered deposits of non-ferrous metals and ornamental stones. The start of mining originated from the beginning of deforestation and plowing of the adjacent steppe territories. Besides agricultural use, touristic and recreational use of the territory is being intensively developed nowadays. However, the western lowlands of the Altai mountains are the main areas for keeping the biological diversity of the Altai-Sayan region, especially the steppe biome. Therefore, synanthropic plants of this region need to be studied due to the anthropogenic pressure on natural ecosystems that creates a problem today.

We have been studying the synanthropic flora of the western lowlands of the Altai mountains since 1996. This research includes the results of our field studies published earlier [Maslova OM, 2003] and recently (the herbarium is kept at ALTB and KUZ), as well as data of other researchers [Ebel AL, 2012; Silant'eva MM, 2013; Kopitina TM, Terehina TA and Nekrasova NV, 2003; Kleshcheva E, Korolyuk A and Lashchinsky N,

2005; Usik NA, 2014]. In the synanthropic flora, we included species which are adventive on the studied area and apophytes encountered in disturbed habitats. We analyzed systematic and typological structure of the synanthropic flora to identify its characteristics. The flora of the western lowlands was tested according to hemerobility [Kunick W, 1974; Klotz S, 1984; Frank D and Klotz S, 1990; Pestryakov BN, Cherosov MM and Ishbirdin AR, 2011] and hemeroby [Zverev AA, Sheremetova SA and Sheremetov RT, 2018] scales in the app IBIS (version 7.2).

We established that the flora of the western lowlands of the Altai mountains is represented by 1105 species, 455 genera and 109 families of vascular plants. The synanthropic fraction of the flora embraces 272 species, 173 genera and 41 families. Families Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae are prevalent while Fabaceae, Rosaceae, Cyperaceae are losing their leading positions, traditional for the natural flora (*See Table 1*). Such genera as *Chenopodium* (8 species); *Potentilla* (7); *Centaurea*, *Artemisia*, *Cirsium*, *Rumex* (6 species each); *Cuscuta*, *Plantago* and *Trifolium* (including *Amoria*) (5 species each) are equally represented. The arealological analysis was carried out on the basis of the modern settlement of species; 11 types of areas were identified in the synanthropic fraction (*See Table 2*). Among alien species, Holarctic species hold the first place while Palearctic species prevail among apophytes. Ecological analysis was executed for the synanthropic fraction as a whole and its individual parts (apophytes and alien species) for two factors: the relation of plants to the conditions of moistening (*See Table 3*) and the stony substrate. In the synanthropic flora, xeromesophytes and mesophytes are prevalent. According to the stony factor of the substrate, two ecological groups were revealed: optional petrophytes (29.4%) and non-petrophytes (70.6%). There were 6 floristic complexes identified in the eco-coenotic structure of the synanthropic flora: ruderal, steppe, meadow, valley, shrub and forest. 105 adventive species and 44 apophytes are attributed to the ruderal complex. These are plants that are widespread in the anthropogenic habitats. Among them are apophytes, such as *Amaranthus retroflexus* L., *Arctium lappa* L., *Carduus crispus* L., *Chelidonium majus* L., *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cynoglossum officinale* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Dracocephalum thymiflorum* L., *Lactuca serriola* L., *Polygonum aviculare* L., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult., *Sisymbrium loeselii* L., and *Spergularia rubra* (L.) J. Presl et C. Presl. Some apophytes (123) are also found in natural (or intact) communities. The steppe complex includes 34 species encountered in common (*Lappula consanguinea* (Fisch. et C.A. Mey.) Guerke, *Orobanche cumana* Wallr., *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth) and stony steppes (*Artemisia frigida* Willd., *Erysimum cheiranthoides* L., *Potentilla bifurca* L., *Teloxys aristata* (L.) Moq.). The meadow complex comprises 22 species from dry (*Achillea millefolium* L., *Amoria repens* (L.) C. Presl, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Medicago falcata* L., *Trifolium pratense* L.) and saline (*Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., *Melilotus dentatus* (Waldst. et Kit.) Pers., *Polygonum patulum* M. Bieb.) meadows. The valley complex contains 23 species (*Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Lycopus europaeus* L., *Potentilla anserina* L.). The shrub complex (34 species) is extremely heterogeneous (*Cuscuta lupuliformis* Krock., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *Galium vaillantii* DC. et DC., *Sonchus arvensis* L., *Artemisia glauca* Pall. ex Willd.). The forest complex (10 species) is represented by the plants of forest meadows and forest edges (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Dactylis glomerata* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Prunella vulgaris* L., *Rumex acetosella* L.). From the synanthropic flora of the western lowlands of the Altai mountains, 31 species are included in the Black Book of Siberian flora. On the whole, the adventive species in the flora of the western lowlands of the Altai mountains rise

up to 11.6%. To compare, the part of the alien species in the flora of Altai Region is 13.7%, in the Altai Republic - 10.6%, in Kemerovo Region - 11% and in the Baikal Siberia - 13%. In regional floras of Eastern Europe the part of alien species reaches 20-25%. The low level of urbanization and the absence of large transport routes restrains the spread of synanthropic plants. On the contrary, the increasing use of the territory for recreational and touristic purposes leads to the intensification of the anthropogenic flora transformation. We found out that to analyze the flora of the western lowlands of the Altai mountains, any scale of hemerobility and hemeroby is not suitable, specifically the scales of hemerobility developed for East Germany (DHEM), the Northern Volga region (IHEM) and the Yakutia (YA_HEM). This fact arises from a low compliance of these scales (IHEM - 58.5%; YA_HEM - 46.6%; DHEM - 47.2%) to the floristic list of the area being subject of studies. A high compliance was proved by using the hemeroby scale developed for the south of Siberia whose data amount to 91.9% of the studied flora. The integral disturbance index was calculated using the IBIS program. For the flora of the western lowlands of the Altai mountains, it is equal to 3.5 (9 grades in the scale); its apophytic fraction is 3.3. In the composition of the synanthropic fraction of the flora of the western lowlands of the Altai mountains, the proportion of highly tolerant species (gradations 8-9) significantly increases (*See Table 4*).

We can conclude that the modern composition of the synanthropic flora includes 105 alien species and 167 apophyte species. In the spectrum of the leading families of the synanthropic flora, we revealed significant modifications as compared with the data of the overall flora complex. The analysis of typological elements established that synanthropic plants are mainly species widespread in large areas (Holarctic, Palearctic, West Palaearctic, cosmopolites); most of them are xeromesophytes and mesophytes; two thirds of them are non-petrophytes. Eco-cenotic analysis data show that 55% of aboriginal apophytes that migrate to anthropogenic habitats belong to the steppe and shrub complexes. The part of alien species (11.6%), as well as the results of the analysis on the hemeroby scale, indicate a low degree of transformation of the flora of the western lowlands of the Altai mountains.

The paper contains 1 Figure, 4 Tables and 62 References.

Key words: higher vascular plants; alien species; invasive plants; anthropogenic influence.

Funding: This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No 16-04-01246).

Acknowledgment: The work was performed using the USU 508667 Herbarium of Kuzbass Botanical Garden (KUZ).

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Falinski JB. Synanthropization of plant cover: synantropic flora and vegetation of towns connected with their natural condition history and function. *Materialy Zakladu Fitosocjologii Stosowanej UW.* 1971;2:21-37.
2. Chopik VI. Flora i tekhnicheskiy progress [Flora and technical progress]. *Botanicheskiy zhurnal = Botanical Journal*. 1972;57(3):281-289. In Russian
3. Gorchakovskiy PL. Tendentsii antropogennykh izmeneniy rastitel'nogo pokrova Zemli [Trends for anthropogenic changes in the vegetation cover of the Earth]. *Botanicheskiy zhurnal = Botanical Journal*. 1979;64(12):1697-1714. In Russian
4. Malyshev LI. Izmenenie flor Zemnogo shara pod vliyaniem antropogennogo davleniya [The change in the flora of the globe under the influence of human pressure]. *Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki* [Proceedings of the higher school. Biological sciences]. 1981;3:5-20. In Russian

5. Vulf EV. Vvedenie v istoricheskuyu geografiyu rasteniy [Introduction to the historical geography of plants]. Moscow;Leningrad: Sel'khozgiz Publ.; 1933. 415 p. In Russian
6. Tuganaev VV, Puzyrev AN. Gemerofity Volzhsko-Kamskogo mezhdurech'ya [Hemerophytes of the Volga-Kama interfluve]. Sverdlovsk: Ural University Publ.; 1988. 128 p. In Russian
7. Mirkin BM, Rozenberg GS, Naumova LG. Slovar' ponyatiy i terminov sovremennoy fitotsenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology]. Moscow: Nauka Publ.; 1989. 223 p. In Russian
8. Dorogostayskaya EV. Weed plants in the far north of the USSR. In: *The vegetation of the Far north of the USSR and its utilization*. Facs. 13. Tikhomirov BA, editor. Leningrad: Nauka Publ.; 1972. 172 p. In Russian
9. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Khorun LV. Chernaya kniga Sredney Rossii (Chuzherodnye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii) [The Black Book of Central Russia (Alien plant species in the ecosystems of Central Russia)]. Moscow: GEOS Publ.; 2009. 494 p. In Russian
10. Lysenko DS. Sinantropic flora of Magadan region. Berkutenko AN, editor. Magadan: NESC Publ.; 2012. 111 p. In Russian
Lysenko DS. Sinantropic flora of Magadan region. Berkutenko AN, editor. Magadan: NESC Publ.; 2012. 111 p. In Russian
11. Tret'yakova AS, Muhin VA. Sinantropnaya flora Srednego Urala [Synanthropic flora of the Middle Urals]. Yekaterinburg: Yekaterinburg Publ.; 2001. 148 p. In Russian
12. Sukopp H. On the early history of urban ecology in Europe. *Preslia*. 2002;74:373-393.
13. Thellung A. Zur Terminologie der Adventiv- und Ruderal floristic. *Allgem. Bot. Zeitschr*. 1922(1918-1919);24-25:36-42. In German
14. Vynaev GV, Tret'yakov DI. Klassifikatsii antropofitov i novykh dlya flory BSSR introdutsirovannykh vidov rasteniy [Classifications of anthropophytes and introduced plant species, new for the flora of the BSSR]. *Botanika (Issledovaniya)*. 1979;21:62-72. In Russian
15. *Important plant areas of Altai-Sayan ecoregion. Attempt of identification*. Artemov IA, Korolyuk AYu, Lashchinsky NN, Kupriyanov AN, Ankipovich ES, Buko TE, Voronina MK, Golyakov PV, Davydov EA, Kipriyanova LM, Krasnikov AA, Krasnoborov IM, Kurbatskaya SS, Lipatkina OO, Lomonosova MN, Makunina NI, Maltseva TV, Maslova OM, Pronkina GA, Pyak AI, Sarbaa DD, Smelyanskiy IE, Strel'nikova TO, Usik NA, Khrustaleva IA, Shaulo DN, Sheremetova SA, Yakovleva GI. Smelansky IE and Pronkina GA, editors. Novosibirsk: "Geo" Academic Publ.; 2009. 260 p. In Russian
16. Smelyanskiy I, Egorova A, Korolyuk A. Predgor'ya Rudnogo Altaya – klyuchevoy stepnoy region mezhdunarodnogo znacheniya [The foothills of Rudny Altai - a key steppe region of international importance]. *Stepnoy byulleten' = Steppe Bulletin*. 2005;19:4-11. In Russian
17. *Entsiklopediya Altayskogo kraya* [Encyclopedia of Altai Region]. Vol. 2. Mishhenko VT, editor. Barnaul: Altayskoe knizhnoe Publ.; 1996. pp. 67-213. In Russian
18. *Altay: Putevoditel'* [Altai: Travel Guide]. Chesnovitskaya S, editor. Moscow: Avangard Publ.; 1999. pp. 122-124. In Russian
19. Silantjeva M. Stages of antropogenic transformation of vegetation cover and plant resources use, and dynamics of formation of adventive element of flora in Altaiskii krai. In: *Problems of Botany of South Siberia and Mongolia*. Proc. of the 5-th Int. Sci.-Pr. Conf. (Barnaul, Russia, 21-23 November, 2006). Shmakov AI, Kamelin RV, Terekhina TA, Dyachenko SA, Smirnov SV, Kuzev MG and German DA, editors. Barnaul: "Azbuka" Publ.; 2006. pp. 218-252. In Russian, English Summary
20. *Krasnaya kniga Altayskogo kraya: Osobo okhranyaemye prirodnye territorii* [The Red Data Book of Altai Region: Specially Protected Natural Territories]. Vol. 3. IV Andreeva, VA Balashova, ON Baryshnikova, DM Bezmaternykh, SA Bondarevskaya, MV Burmistrov, AA Vaganov, VK Vinstingauzen, AV Volynkin, AG Votinov, OYa Garms, PV Golyakov, AE Grebennikova, EA Davydov, AN Dubrov, AA Dubrov, DA Durnikin, NV Elesova, ON Zhikhareva, VB Zhuravlev, DV Zolotov, AG Inozemtsev, NL Irisova, MV Katernyuk,

AV Kechaykin, TM Kopytina, AYu Korolyuk, PA Kosachev, AN Kupriyanov, MG Kutsev, ON Mironenko, AA Mironova, OM Maslova, NV Ovcharova, EG Papamonov, VYu Petrov, SG Platonova, EV Repetunova, IN Rotanova, DV Ryzhkov, GV Silant'ev, MM Silant'eva, RG Skalozubov, EYu Skachko, VV Skripko, IE Smelyanskiy, SV Smirnov, VP Solovov, TO Strel'nikova, TA Terekhina, IA Khrustaleva, IG Chukhina, YuG Shvetsov, AI Shmakov, AA Shibanova, AA Shorina, KS Shcherbinin, TP Yasyuchenya. 2nd ed. Barnaul; 2009. pp. 218-223. In Russian

21. Romanov AN, Kharlamov SV. Kolyvanskiy khrebet: Putevoditel' [Kolyvan Range: Guide]. Barnaul: REM Publ.; 2002. 78 p. In Russian
22. Kharlamov SV, Korchagin PA. Turizm i otdykh v yugo-zapadnoy chasti Altayskogo kraya [Tourism and recreation in the southwestern part of Altai Region]. Barnaul: "Azbuka" Publ.; 2005. 124 p. In Russian
23. *Altay turisticheskiy* [Touristic Altai]. Shchetinin MP, editor. Barnaul: Krasnyy ugol Publ.; 2011. 223 p. In Russian
24. Shoshina NA, Khomyakova OV. Turistsko-rekreacionnye resursy Gornoy Kolyvani [Touristic and recreational resources of the Gornaya Kolyvan]. *Vestnik altayskoy nauki*. 2008;3(3):95-101. In Russian
25. Garms OYa. Prioritety natsional'nogo parka "Gornaya Kolyvan'" [Priorities of the Gornaya Kolyvan National Park]. In: *Geografiya – teoriya i praktika: sovremennye problemy i perspektivy*. Materialy nauch. konf. [Geography - Theory and Practice: Current Problems and Prospects. Proc. of the Sci. Conf. (Barnaul; Gorno-Altaysk, Russia, 15-18 April 2009)]. Barnaul: Altai State University Publ.; 2009. pp. 71-73. In Russian
26. Zanin GV. Geomorfologiya Altayskogo kraya (bez Gorno-Altayskoy AO) [Geomorphology of Altai Region (without Gorno-Altai Autonomous Region)]. In: *Prirodnoe rayonirovanie Altayskogo kraya* [Natural zoning of Altai Region]. Vol. 1. Rozanov AN and Bazilevich NI, editors. Moscow: AS USSR Publ.; 1958. pp. 62-98. In Russian
27. *Atlas. Altayskiy kray* [Atlas. Altai Region]. Vol. 1. Zarutskaya IP, editor. Moscow;Barnaul: GUGK Publ.; 1978. 222 p. In Russian
28. Ogureeva GN. Botanicheskaya geografiya Altaya [Botanical Geography of Altai]. Moscow: Nauka Publ.; 1980. 188 p. In Russian
29. Slyadnev AP, Feldman YaI. Vazhneyshie cherty klimata Altayskogo kraya [Major climate features of Altai Region]. In: *Prirodnoe rayonirovanie Altayskogo kraya* [Natural zoning of Altai Region]. Vol. 1. Rozanov AN and Bazilevich NI, editors. Moscow: AS USSR Publ.; 1958. pp. 9-61. In Russian
30. Bocharnikov MV. Cenotic diversity and multi-scale vegetation mapping of the West Altai. *Plant Life of Asian Russia*. 2017;1(25):86-97. In Russian, English Summary
31. Kuminova AV. Rastitel'nyy pokrov Altaya [The vegetation of the Altai]. Novosibirsk: Siberian Branch of Academy of Sciences of the USSR Publ.; 1960. 450 p. In Russian
32. Krylov GV, Salatova NG. Istoriya botanicheskikh i lesnykh issledovaniy v Sibiri i na Dal'nem Vostoke [History of botanical and forest research in Siberia and the Far East]. Volkova KV, editor. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1969. 276 p. In Russian
33. Krylov GV, Zavalishin VV, Kozakova NF. Issledovateli Zapadnoy Sibiri [Researchers in Western Siberia]. Novosibirsk: Novosibirskoe knizhnoe Publ.; 1988. 352 p. In Russian
34. Ebel' AL. Konspekt flory severo-zapadnoy chasti Altae-Sayanskoy provintsii [Synopsis of the flora of the north-west part of Altai-Sayan province]. Kemerovo: KREOO "Irbis" Publ.; 2012. 568 p. In Russian
35. Silantjeva MM. Konspekt flory Altayskogo kraya: monografiya [Synopsis of the flora of the Altai Region. Monograph]. Barnaul: Altai State University Publ.; 2013. 518 p. In Russian
36. Maslova OM. The check-list of flora of west low mountains of Altai. In: *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana* [Botanical research in Siberia and Kazakhstan]. Barnaul: Altay University Press; 2003; Vol. 9. pp. 3-50. In Russian

37. Kopitina TM, Terehina TA, Nekrasova NV. Synopsis of flora of vascular plants of Zmeinogorsk district (Altai region). In: *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana* [Botanical research in Siberia and Kazakhstan]. Barnaul: Altay University Press; 2003; Vol. 9. pp. 74-87. In Russian
38. Kleshcheva E, Korolyuk A, Lashchinsky N. Floristic findings in the Novosibirskaya oblast and in the southen part of Altaiskii krai. *Turczaninowia*. 2005;8(2):30-34. In Russian
39. Usik NA. On some records of Altai krai flora rare species. In: *Problems of Botany of South Siberia and Mongolia*. Proc. of the Sci. Conf. (Barnaul, Russia, 20-23 October, 2014). Barnaul: Koncept Publ.; 2014. pp. 247-250. In Russian
40. Ul'yanova TN. Sornye rasteniya vo flore Rossii i sopredel'nykh gosudarstv [Weed plants in the flora of Russia and neighboring countries]. Barnaul: Altai State University Publ.; 2005. 294 p. In Russian
41. Nikitin VV. Sornye rasteniya flory SSSR [Weed plants in the flora of the USSR]. Leningrad: Nauka Publ.; 1983. 452 p. In Russian
42. Terekhina TA. Antropogennye fitosistemy [Anthropogenic phytosystems]. Barnaul: Altai State University Publ.; 2000. pp. 179-216. In Russian
43. Pyak AI, Merzlyakova IE. Sosudistye rasteniya g. Tomska [Vascular plants of Tomsk]. Tomsk: Tomsk State University Publishing House; 2000. 80 p. In Russian
44. Zverev AA. Use of scales of hemeroby and urbanity for assessment of anrthopogenic transformation of flora and vegetation. In: *Problems of Industrial Botany in Advanced Industrial Region*. Proc. of the Sci. Conf. (Kemerovo, Russia, 24-25 November, 2009). Kemerovo: KREOO Irbis Publ.; 2009. pp. 52-59. In Russian, English Summary
45. Ebel' AL, Kupriyanov AN, Strel'nikova TO, Ankipovich ES, Antipova EM, Antipova SV, Buko TE, Verkhozina AV, Doron'kin VM, Efremov AN, Zykova EYu, Kirina AO, Kovrigina LN, Lamanova TG, Mikhaylova SI, Nozhinkov AE, Plikina NV, Silant'yeva MM, Stepanov NV, Tarasova IV, Terekhina TA, Filipova AV, Khrustaleva IA, Shaulo DN, Sheremetova SA. Chernaya Kniga flory Sibiri [Black Book of the flora of Siberia]. Vinogradova YuK and Kupriyanov AN, editors. Novosibirsk: Academic Publishing House "Geo"; 2016. 440 p. In Russian
46. Goryshina TK. Ekologiya rasteniy [Plant ecology]. Moscow: Vysshaya shkola Publ.; 1979. 365 p. In Russian
47. Kunick W. *Veränderungen vof Flora und Vegetation einer Großderstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (West)*: Dissertation. Berlin: Technische Universität Berlin; 1974. In German
48. Klotz S. *Phytoökologische Beiträge zur Charakterisierung und Gliederung urbaner Ökosysteme, dargestellt am Beispiel der Städte Halle und Halle-Neustadt*: Dissertation. Halle: MartinLuter-Universität; 1984. In German
49. Frank D, Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Halle-Wittenberg: MartinLuter-Universität; 1990. 167 s. In German
50. Pestryakov BN, Cherosov MM, Ishbirdin AR. Hemeroby status of plants of Yakutia. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Naturalsciences*. 2011;9(15/1):131-135. In Russian, English Summary
51. Zverev AA, Sheremetova SA, Sheremetov RT. Plant indicator values of tolerability for hemeroby as an analytical tool for floristic data using the basin approach. In: *Problems of Industrial Botany in Advanced Industrial Region*. Proc. of the Sci. Conf. (Kemerovo, Russia, 2-3 October, 2018). Kupriyanov AN, editor. Kemerovo: Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, SB RAS Publ.; 2018. pp. 20-26. In Russian
52. Zverev AA. Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitel'nogo pokrova [Information technologies in studies of vegetation: Textbook]. Tomsk: TML Press; 2007. 304 p. In Russian

53. Cherepanov SK. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv [Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR)]. St. Peterburg: Mir & Sem'ya-95 Publ.; 1995. 991 p. In Russian
54. Silantjeva MM. Adventivnye vidy rasteniy vo flore Altayskogo kraya [Adventive plant species in the flora of the Altai Territory]. In: *Flora i rastitel'nost' antropogenno narushennykh territoriy* [Flora and vegetation of anthropogenically disturbed territories]. Kemerovo. 2010;6:45-48. In Russian
55. *Opredelitel' rasteniy Respubliki Altay* [Key to plants of the Altai Republic]. Krasnoborov IM and Artemov IA, editors. Novosibirsk: Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ.; 2012. 701 p. In Russian
56. Zykova EYu. Alien flora of the Altai Republic. *Plant Life of Asian Russia*. 2015;3(19):72-87. In Russian, English Summary
57. Manakov YuA, Strelnikova TO, Kupriyanov AN. Formirovanie rastitel'nogo pokrova v tekhnogennykh landshaftakh Kuzbassa [Formation of vegetation cover in technogenic landscapes of Kuzbass]. Novosibirsk: Siberian branch of Russian Academy of Sciences Publ.; 2011. 167 p. In Russian
58. Verkhozina AV. Antropogenic transformation of Baikal Siberia Flora. In: *Sinantropizatsiya rasteniy i zhivotnykh*. Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Synantropization of plants and animals. Proc. of the Russian Sci. Conf. with Int. Participation (Irkutsk, Russia, 21-25 May, 2007)]. Irkutsk: Institute of Geography SB RAS Publ.; 2007. pp. 13-15. In Russian
59. Morozova OV. Uchastie adventivnykh vidov v formirovanii raznoobraziya i struktury flor Vostochnoy Evropy [Participation of adventive species in diversity and structure flora formation of Eastern Europe]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2003;3:63-71. In Russian
60. Ignatov MS, Makarov VV, Chichev AV. Konspekt flory adventivnykh rasteniy Moskovskoy oblasti [Synopsis of the flora of adventitious plants of Moscow region]. In: *Floristicheskie issledovaniya v Moskovskoy oblasti* [*Floristic studies in Moscow region]*. Skvortsov AK, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1990. pp. 5-105. In Russian
61. Pyšek P, Pergl J, Essl F, Lenzner B, Dawson W, Kreft H, Weigelt P, Winter M, Kartesz J, Nishino M, Antonova LA, Barcelona JF, Cabezas FJ, Cárdenas D, Cárdenas-Toro J, Castańo N, Chacón E, Chatelain C, Dullinger S, Ebel AL, Figueiredo E, Fuentes N, Genovesi P, Groom QJ, Henderson L, Inderjit, Kupriyanov A, Masciadri S, Maurel N, Meerman J, Morozova O, Moser D, Nickrent D, Nowak PM, Pagad S, Patzelt A, Pelser PB, Seebens H, Shu W, Thomas J, Velayos M, Weber E, Wieringa JJ, Baptiste MP, van Kleunen M. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia*. 2017;89(3):203-274. doi: 10.23855/preslia.2017.203 doi.org/10.23855/preslia.2017.203
62. Wagner V, Chytrý M, Jiménez-Alfaro B, Perg J, Hennekens S, Biurrun I, Knollová I, Berg C, Vassilev K, Rodwell JS, Škvorc Ž, Jandt U, Ewald J, Jansen F, Tsiripidis I, Botta-Dukát Z, Casella L, Attorre F, Rašomavičius V, Ćušterevska R, Schaminée JHJ, Brunet J, Lenoir J, Svenning J-C, Kącki Z, Petrášová-Šibíková M, Šilc U, García-Mijangos I, Campos JA, Fernández-González F, Wohlgemuth T, Onyshchenko V, Pyšek P. Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions*. 2017;23:969-981. doi: 10.1111/ddi.12592

Received 12 July 2018; Revised 21 December 2018 and 31 May 2019; Accepted 19 July 2019; Published 27 September 2019

Author Info:
Maslova Olga M, Senior Lecturer, Department for Recreational Geography, Tourism and Regional Marketing, Geographical Faculty, Altai State University, 61 Lenin Ave., Barnaul 656002, Russian Federation.
E-mail: maslova@geo.asu.ru
Khrustaleva Irina A, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory for Environmental Assessment and Management of Biodiversity, Kuzbass Botanical Garden, Institute of Human Ecology, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Leningradskiy Ave., Kemerovo 650065, Russian Federation.
ORCID iD: https://orcid.org/0000-0002-6451-0152
E-mail: atriplex@rambler.ru
StrelnikovaTatiana O, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory for Environmental Assessment and Management of Biodiversity, Kuzbass Botanical Garden, Institute of Human Ecology, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Leningradskiy Ave., Kemerovo 650065, Russian Federation.
E-mail: strelnikova21@yandex.ru