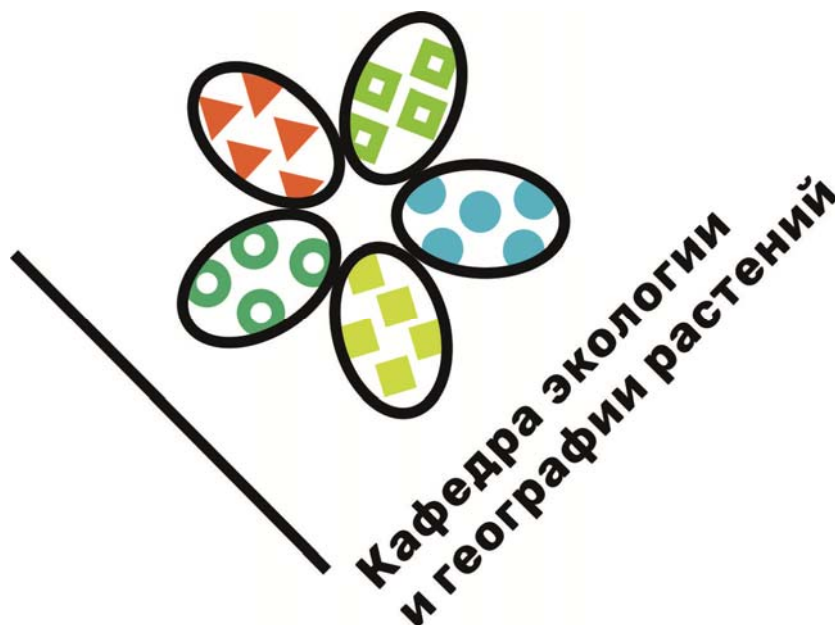


**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА, БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА
МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ**



**Всероссийская конференция
«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О РАСТИТЕЛЬНОСТИ», посвященная 90-
летию кафедры геоботаники биологического факультета МГУ**

**Г. МОСКВА - ЗВЕНИГОРОДСКАЯ БИОСТАНЦИЯ МГУ
10-13(14) ОКТЯБРЯ 2019 Г.**

ТЕЗИСЫ

УДК 581

Всероссийская конференция «Современная наука о растительности», посвященная 90-летию кафедры геоботаники биологического факультета МГУ. г. Москва - Звенигородская биостанция МГУ. 10-13(14) октября 2019 г.: Тезисы докладов. Москва, 2019. 157 с.



Общая экология

Могут ли быть орхидные эпифиты миксотрофными эпипаразитами?

Еськов А.К.¹, Прилепский Н.Г.²

A.K.Eskov@yandex.ru

¹ г. Москва, Главный ботанический сад им. Н.В.Цицина

² г. Москва, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Эпифиты составляют до 10% всего биоразнообразия сосудистых растений. При этом доминируют в группе орхидеи и так или иначе все они проходят стадию грибного заражения на ранних этапах развития (Dearnaley, 2007). Изучение микориз наземных орхидных показало широкий спектр грибов, образующих этот тип микориз, широкое распространение по Земному шару отдельных таксонов и в то же время наличие ряда специфичных связей с отдельными видами орхидей. В широком смысле многие консортивные микоризообразующие грибы орхидей объединяются в разнородную группу *Rhizoctonia* (Dearnaley et al., 2013). Более 100 видов орхидных являются бесхлорофилльными и таким образом полностью зависят от грибного симбионта всю жизнь, т.е. являются облигатными мико-гетеротрофами (Leake, 2005 и др.). В тоже время показано, что наземные орхидные могут получать через грибы продукты фотосинтеза окружающих растений (McKendrick et al., 2000 и др.), т.е. являются своего рода эпипаразитами. Однако этот вопрос совершенно не исследован для обширной группы эпифитных орхидей, которые доминируют по числу видов среди этого семейства. Более того, остается вообще плохо исследованной степень микоризной колонизации эпифитных орхидей в целом (Lesica, Antibus, 1990 и др.).

Учитывая, что все орхидеи проходят в онтогенезе стадию мико-гетеротрофности, можно предположить, что некоторые из них могут иметь мико-гетеротрофный эпипаразитизм или различную степень миксотрофности в течение всей жизни. Особенно логично присутствие миксотрофности в условиях затенения, которые являются вызовом для многих эпифитных орхидей нижних ярусов тропического леса.

Мы предположили, что ряд затененных орхидных эпифитов могут иметь транспорт органики из форофита в эпифит через грибной агент. Для проверки этой гипотезы мы изучали естественную изотопную подпись углерода эпифитов нижнего яруса в тропическом лесу Южного Вьетнама. Мы обнаружили несколько видов эпифитных орхидей, обитающих в условиях сильного затенения, обогащенных ^{13}C . Это могло свидетельствовать как о наличии миксотрофности, так и об особенностях фотосинтеза. Для решения вопроса о возможном транспорте ассимилятов от форофита к эпифиту мы (1) внесли изотопную метку ^{13}C в форофит, путем ассимиляции меченого CO_2 , чтобы проследить попадает ли она в форофит, через возможные грибные консорции, (2) проверили степень совпадения грибной микробиоты в корнях орхидей и в коре веток форофита, на которых орхидеи обитали, методами метагеномики. Таким образом, в рамках этой работы мы попытались дать ответ на актуальный вопрос: может ли существовать эпипаразитизм миксотрофной природы у орхидных в эпифитных условиях?

Мы обнаружили небольшую степень микоризной колонизации корней этих растений. Ее встречаемость (F) не превышала 10%. Она наблюдалась в основном на проксимальной части корней, плотно прилегающих к коре веточек, где произрастали эпифиты.

При внесении ^{13}C в систему форофит/эпифит путем фумигации веток деревьев-хозяина меченым CO_2 мы обнаружили, что величина $\delta^{13}\text{C}$ в тканях форофита (взятых вне веток, на которых осуществлялось мечение) увеличилась более чем на порядок, затем в течение 10 суток она существенно уменьшилась, но тем не менее превышала первоначальный фоновый уровень более чем в три раза. При этом величина $\delta^{13}\text{C}$ эпифитов не менялась. Мы не обнаружили как перемещения метки ^{13}C от форофита к эпифиту, через возможную грибную связь, так и существенного сходства ITS sequences в корнях и в веточках. Таким образом, в рамках наших исследований можно сказать, миксотрофный эпипаразитизм у эпифитных орхидных не встречается, даже в условиях глубокого затенения.

Собственно, на сегодняшний день не известен ни один вид эпифитных орхидных, для которого была бы указана миксо- и микогетеротрофия, и наши исследования говорят о том, что такой тип питания мало вероятен для эпифитов. Конечно, крайне соблазнительной является мысль о возможном миксотрофном эпипаразитизме в условиях строгого лимитирования ресурсов при эпифитном образе жизни. Однако, судя по всему, фактор периодического просыхания корней и субстратов произрастания (даже в условиях глубокого затенения) делает невозможным развитие грибных сетей, в функциональном смысле аналогичных почвенным. Работа поддержана грантом РФФИ №18-04-00677.

Список литературы

Dearnaley J.D.W. (2007) Further advances in orchid mycorrhizal research. *Mycorrhiza* 17: 475–486.

Dearnaley J.D.W., Martos F., Selosse M.-A. (2013) Orchid mycorrhizas: molecular ecology, physiology, evolution and conservation aspects. In: Hock B, ed. *The Mycota IX: fungal associations*. Berlin, Germany: Springer, 207–230

Leake J.R. (2005) Plants parasitic on fungi: unearthing the fungi in myco-heterotrophs and debunking the “saprophytic” plant myth. *Mycologist* 19:113–122

Lesica P., Antibus R.K. (1990) The occurrence of mycorrhizae in vascular epiphytes of two Costa Rican rain forests. *Biotropica* 22: 250-258.

McKendrick S.L., Leake J.R., Read D.J. (2000) Symbiotic germination and development of myco-heterotrophic plants in nature: transfer of carbon from ectomycorrhizal *Salix repens* and *Betula pendula* to the orchid *Corallorhiza trifida* through shared hyphal connections. *New Phytol* 145:539-548

Место растительности в почвоведении и геохимии ландшафта

Богатырев Л.Г., Смагин А.В., Земсков Ф.И., Бенедиктова А.И., Карпухин М.М.,
Демин В. В.

bogatyrev.l.g@yandex.ru

г. Москва, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Растительность — классический фактор, нашедший широкое использование в почвоведении и геохимии со времён В. В. Докучаева. Характер растительности используется в классификации биологического круговорота (БК) по Л. Е. Родину и Н. И. Базилевич (1965), что является результатом продуктивного сотрудничества почвоведения и геоботаники. Общие запасы биомассы и годичного прироста использованы как критерии при выделении биогенных ландшафтов по А. И. Перельману. Основу трактовки голоцена составляет схема Блитта—Сернандера, а понятие аллохтонности и автохтонности по Г. И. Танфильеву является существенным вкладом в его детализацию. А. П. Тыртиков связал динамику растительного покрова и особенности мерзлотных форм рельефа в тундрах, для которых М. А. Глазовская выделила специфический тип поверхностно-элювиальных ландшафтов. Закон предварения зон В. В. Алехина близок в феноменологическом понимании к законам миграции вертикальных зон по С. А. Захарову. Работы Б. А. Быкова в горных, С. Н. Тюремнова и Н. И. Пьявченко в болотных экосистемах до сих пор являются золотым фондом естествознания. Согласно Г. Ф. Хильми (1978) половина энергии, заключённой в свежееобразованном органическом веществе, расходуется на перманентное почвообразование. В лесной биогеоценологии и типологии для сложившихся экосистем в инвариантном состоянии нередко тип леса ассоциируется с типом почвы, а в ходе экогенетических сукцессий лесных БГЦ наблюдается синхронная смена типа гумуса и вида почв (Смагин, 1965, Ильинская, Смагин, 1989). При этом известные градиентно-типологические схемы В. Н. Сукачева и П. С. Погребняка, предполагающие адаптацию типов леса к имеющимся эдафическим условиям (увлажнения, трофности и т. д.), органично дополняются идеей о средообразующей роли растительности вкупе с трофически связанными с нею зооценозом и микробоценозом почвы, успешно преодолевающей в ходе экогенетических сукцессий исходные различия местообитаний. В глобальном масштабе подобное сочетание адаптации к исходным экологическим факторам и их преобразования через средообразующую деятельность биоты, по сути, составляют основу учения о биосфере В. И. Вернадского и учения В. Р. Вильямса о сочетании БК с геологическим круговоротом, приобретающих сегодня особую остроту в связи с планетарной антропогенной деятельностью. Генетическая связь между растительностью и плодородием почвы находится в центре внимания практически всех систем земледелия при планировании продуктивности искусственных агрофитоценозов, включая современные концепции адаптивно-ландшафтного и точного земледелия. Природа этих взаимодействий сложна и иногда не укладывается в, казалось бы, бесспорную для агрономов линейную схему «выше плодородие — выше урожайность». Ярким примером служит феномен максимума продуктивности и биоразнообразия влажных вечнозеленых тропических и экваториальных лесов на фактически лишенных первичных минералов латеритных корках выветривания. Это свидетельствует в пользу не равновесного и не линейного, кинетического подхода к описанию системы «почва-растительность», при котором на первый план выходят скорости БК, а не депонирование биофильных элементов в почве. Растения-продуценты, согласно концепции органогенного парагенезиса В. И. Вернадского, избирают из атмосферы и рыхлых отложений, концентрируют и аккумулируют в собственных структурах необходимые биофильные элементы, и если термодинамические (климатические) условия не благоприятны — формируют в тандеме с зооценозом и микробоценозом, наряду с собственными запасами, необходимые для текущего прироста и последующих генераций

запасы в форме подстилки и гумусово-аккумулятивных горизонтов почвы, то есть биогенное плодородие. По мере такого биогенного депонирования в почвах, растёт устойчивость БГЦ к факторам массового уничтожения растительного покрова (пожары, вырубки, вспышки насекомых и инфекций, геокатастрофы) с неизменным возвращением к инвариантам продуктивности и биоразнообразия через демутиационные комплексы, а также создаются предпосылки экогенеза (саморазвития) БГЦ с появлением более требовательных к минеральному питанию видов и акселерацией темпов БК. В условиях вечнозелёных тропических и экваториальных лесов скорости БК столь велики, что растительность фактически обходится без почвенного плодородия, так как высокая концентрация сосущих корней и быстрая биодеструкция при обилии влаги обеспечивают на фоне круглогодичной вегетации бесперебойное поступление биофилов в растение без сколь либо существенных потерь. Аналогом такой стратегии служит гидропоника или интенсивное поливное земледелие с растворёнными минеральными удобрениями в передовых аридных странах, включая одного из крупнейших мировых экспортёров зерна — Саудовскую Аравию. Высокоинтенсивный БК без депонирования элементов-биофилов в почвах наряду с выигрышем в продуктивности имеет существенный недостаток в виде потери устойчивости к шокowym внешним воздействиям на растительный блок, в котором сосредоточен основной запас биофилов (до 10 т/га при 50% в стволовой древесине и при потребностях для ежегодного прироста в 2 т/га; для сравнения — 5—10 т/га — это запас в ППК 1-метрового слоя наиболее плодородных почв — чернозёмов). Пожары, вырубка леса с удалением стволовой древесины приводят к резкому обеднению ландшафта биофильными элементами и не способности к быстрому самовосстановлению подобных БГЦ, современная почти 50% антропогенная атрофия «лёгких планеты» — яркое тому подтверждение. Многие гипотезы ботаников реализованы. Так, замечания Д. А. Сабина о изменении состава растений и их отдельных органов во времени показаны в специальных коэффициентах (Ковалевский, 1969). Передвижение элементов в растениях отражены в показателях по Снакину (1987), а идея реутилизации элементов Т. А. Работнова и целесообразность использования меченых атомов по Д. А. Сабину экспериментально реализована А. Д. Фокиным (1979). Плодотворна идея о сопряжённом процессе выветривания и формирования химического состава растений по В. М. Варицовой. Установлена корреляция между принципами выделения БГЦ систем по Ю. П. Бялловичу и параметрами геохимии ландшафта (Богатырев, 2015).

Таким образом, растительность — один из важнейших факторов, который находит отражение в таких смежных с ботаникой дисциплинах как почвоведение и геохимия.

Список литературы

- Ильинская, С.А., Смагин, А.В. (1989) Роль почвы в экогенезе долинных сосновых лесов Подмосковья. *Лесоведение*, №5. С.13—22.
- Смагин, В.Н. (1965) *Леса бассейна р. Уссури*. Наука, М., 270 с.
- Сукачев, В.Н. (1964) *Основы лесной биогеоценологии*. Наука, М., 574 с.
- Хильми, Г.Ф. (1978) Биогенные превращения энергии и их экологическое значение. *Проблемы оптимизации в экологии*. Наука, М., с. 159—175.
- Богатырев, Л.Г. (2015) *Основные концепции, законы и принципы современного почвоведения*. М., 195 с.

Изотопный состав углерода и азота растений как индикатор условий окружающей среды и особенностей азотного питания

Макаров М.И.

mikhail_makarov@mail.ru

Москва, Факультет почвоведения МГУ

Основные факторы внешней среды, влияющие на изотопный состав углерода растений, посредством регулирования эффективности фотосинтеза через изменение 1) газообмена между растением и атмосферой и 2) активности ферментной системы фотосинтеза – это водный и осмотический стрессы, доступность элементов минерального питания, изменение температуры и парциального давления CO_2 (Tieszen 1991). Изотопный состав азота в растениях рассматривается в качестве показателя, который может характеризовать особенности азотного питания растений (преимущественные формы поглощаемых соединений, роль микоризного симбиоза) (Craine *et al.* 2015).

Изучение изотопного состава углерода и азота растений выполнено в фитоценозах горно-тундровых экосистем Хибин в пределах одного геоморфологического профиля. Объекты включали кустарничково-лишайниковую пустошь (КЛП), кустарниковую пустошь (КП), разнотравно-злаковый луг (ЗЛ) и злаково-осоковый луг (ОЛ), расположенные последовательно от автоморфной к аккумулятивной позиции на склоне. Почвы этих биогеоценозов различаются по содержанию экстрагируемых неорганических и органических соединений азота, концентрации которых возрастают в 36-62 раза и в 3-8 раз соответственно при переходе от пустошей к лугам. Изотопный состав азота различен в N-NH_4^+ ($\delta^{15}\text{N}$ от $-7,0$ до $+0,2\text{‰}$ в почвах пустошей и $0,1$ до $6,4\text{‰}$ в почвах лугов) и N-NO_3^- ($\delta^{15}\text{N}$ от $-16,2$ до $-11,4\text{‰}$). При выборе растений для анализа ориентировались на виды, образующие разные типы микоризы и, по возможности, встречающиеся одновременно в нескольких сообществах, что позволяет охарактеризовать реакцию изотопного состава на имеющиеся тренды изменения условий обитания.

Показано, что варьирование $\delta^{13}\text{C}$ в пределах каждого растительного сообщества составляет примерно 4‰ , изменяясь от $-31 \div -32\text{‰}$ до $-27 \div -28\text{‰}$, и не является признаком принадлежности к той или иной функциональной группе. Так, наименьшие значения характерны для кустарника (*Betula nana*), кустарничков (*Vaccinium* spp.), злака (*Anthoxanthum odoratum*), разнотравья (*Solidago virgaurea*), полупаразита (*Bartsia alpina*). Для индивидуальных видов, произрастающих в разных сообществах, выявлена закономерность – утяжеление изотопного состава углерода листьев (на $1-2\text{‰}$) при произрастании в более автоморфных местообитаниях. Корни растений имеют более тяжелый (на $1-2\text{‰}$) изотопный состав углерода, для них характерна та же закономерность – уменьшение $\delta^{13}\text{C}$ от пустошей к луговым сообществам. Таким образом, при небольшой контрастности гидротермического режима, изменение которого определяется локальным перераспределением тепла и влаги по элементам мезорельефа, изотопный состав углерода растений оказывается индикатором таких различий. Наиболее вероятной причиной увеличения $\delta^{13}\text{C}$ растений на положительных элементах мезорельефа является их меньшая обеспеченность водой, что уменьшает газообмен и повышает эффективность фотосинтеза (уменьшает фракционирование изотопов). Среди факторов, способных влиять на ферментную активность фотосинтеза, более низкая температура, характерная для отрицательных элементов мезорельефа в горах, также должна способствовать наблюдающейся закономерности изменения $\delta^{13}\text{C}$ (снижение активности фотосинтеза и большее фракционирование изотопов растениями луговых экосистем). Гораздо лучшая обеспеченность почв этих экосистем элементами питания могла бы повышать ферментную активность фотосинтеза и приводить к обратной закономерности изменения $\delta^{13}\text{C}$ вдоль геоморфологического профиля, однако этого не происходит.

Величина $\delta^{15}\text{N}$ в листьях растений в пределах каждого сообщества, а также у одного вида в разных сообществах также заметно различается. Общий диапазон варьирования составил от $-7,3$ до $+2,4\text{‰}$. При этом изменение изотопного состава N в листьях растений при повышении доступности элемента в последовательности биогеоценозов $\text{КЛП} < \text{КП} < \text{ЗЛ} \leq \text{ОЛ}$ может быть связано с несколькими причинами. Общая закономерность увеличения $\delta^{15}\text{N}$ в листьях кустарничков и кустарников с эрикоидной микоризой (ЭРМ) и эктомикоризой (ЭКМ), вероятно, является следствием уменьшения участия микоризы в азотном питании растений и, следовательно во фракционировании изотопов между грибами и растениями-хозяевами (Hobbie et al. 2005). Кроме того, преобладающий в составе неорганических соединений N-NH_4^+ имеет более тяжелый изотопный состав в почвах лугов, что также может способствовать увеличению $\delta^{15}\text{N}$ растений.

Отсутствие общей закономерности изменения изотопного состава азота в листьях растений с арбускулярной микоризой (АМ) и без микоризы при разной доступности элемента свидетельствует о более разнообразных механизмах его контролирования. Помимо факторов, обсужденных на примере растений с ЭРМ и ЭКМ, и определяющих увеличение $\delta^{15}\text{N}$ в листьях *Bartsia alpina* и *Gnaphalium norvegicum* в луговых сообществах, в этом случае проявляется и фактор, определяющий уменьшение $\delta^{15}\text{N}$ в листьях *Juncus trifidus*, *Deschampsia flexuosa* и *Carex bigelowii*. Вероятно, это связано со значительным участием N-NO_3^- , характеризующимся легким изотопным составом, в азотном питании этих видов растений. Разнонаправленное влияние этих двух факторов может быть ответственным за достаточно стабильный изотопный состав азота в листьях *Nardus stricta*, *Solidago virgaurea*.

Все изученные виды растений демонстрируют значимые различия в изотопном составе азота корней и листьев при произрастании хотя бы в одном сообществе. При этом закономерности формирования такой разницы у разных растений отличаются. Для всех растений, образующих ЭРМ и ЭКМ, и для некоторых растений с АМ характерен более тяжелый изотопный состав азота в корнях. Также для всех растений с ЭРМ и ЭКМ и для таких видов с АМ как *N. stricta*, *G. norvegicum*, *S. virgaurea* различие в изотопном составе азота в корнях и листьях уменьшается при увеличении концентраций экстрагируемых соединений азота в почве. Обе закономерности соответствует представлению о фракционировании изотопов между микоризными грибами (корни) и растением-хозяином (листья) и уменьшении роли микоризы в азотном питании при повышении доступности элемента.

Однако у других видов растений, образующих АМ (*B. alpina*, *J. trifidus*, *D. flexuosa*), листья характеризуются более тяжелым изотопным составом азота, чем корни. Наиболее известный механизм относительной аккумуляции ^{15}N в листьях растений связан с их нитратным питанием и восстановлением преимущественно $^{14}\text{NO}_3^-$ в корнях, транспортом и восстановлением нитрата, обогащенного ^{15}N , в листьях (Robinson et al. 1998). Однако более тяжелый изотопный состав N в листьях *J. trifidus* и *D. flexuosa* в биогеоценозах пустошей при очень низкой концентрации N-NO_3^- в почве не может быть объяснен действием этого механизма фракционирования. Таким образом, фракционирование изотопов азота в растениях, образующих АМ, не определяется действием единого механизма и не до конца ясно, какие процессы ответственны за фракционирование в каждом конкретном случае.

Список литературы

- Craine, J.M., Brookshire, E.N.J., Cramer, M.D., Hasselquist, N.J. Koba, K., Marin-Spiotta, E. & Wang L. (2015) Ecological interpretations of nitrogen isotope ratios of terrestrial plants and soils. *Plant and Soil* 396: 1–26.
- Hobbie, E.A., Jumpponen, A. & Trappe, J. (2005) Foliar and fungal $^{15}\text{N}:$ ^{14}N ratios reflect development of mycorrhizae and nitrogen supply during primary succession: testing analytical models. *Oecologia* 146: 258–268.
- Robinson, D., Handley, L.L. & Scrimgeour, C.M. (1998) A theory for $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ fractionation in nitrate-grown vascular plants. *Planta* 205: 397–406.
- Tieszen, L.L. (1991) Natural variations in the carbon isotope values of plants: Implications for archaeology, ecology, and paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18: 227–248.

Взаимосвязь напочвенного покрова и лесных подстилок в еловых биогеоценозах

Телеснина В.М., Семенюк О.В., Богатырев Л.Г.

vtelesnina@mail.ru

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Живой напочвенный покров в лесных фитоценозах влияет на водный режим и свойства почвы, участвует в биологическом круговороте и является весьма чувствительным показателем лесорастительных условий – он существеннее, чем древостой, отражает смену локальных экологических условий. При изучении свойств почв, особенно такой динамичной их составляющей, как лесная подстилка, важна оценка характеристик напочвенного покрова – биомассы, флористического состава, эколого-ценотической структуры. Элементарным уровнем, на котором происходит взаимодействие между растительностью и почвой является тессера (Лукина и др. 2010), поэтому необходимо учитывать характер внутрифитоценозного распределения напочвенного покрова, которое определяется главным образом строением древостоя. Исследуемый фитоценоз - ельник кислично-зеленчуковый расположен в Московской области в УОПЭЦ «Чашниково» на склоне северной экспозиции к первой террасе р. Клязьмы. Почва – дерново-подзолистая на покровных суглинках. В пространстве фитоценоза выделены тессеры, состоящие из следующих компонентов: приствольное повышение около ели, подкروновое пространство и межкروновое пространство («окно»). В каждом компоненте 9 тессер на площади 50х50 см отобраны пробы надземной биомассы с разделением на виды, на площади 25х25 см отобраны погоризонтно лесные подстилки. Определен запас сухой биомассы каждого вида и экологические характеристики по шкалам Раменского (1956), Ландольта (1977) и Элленберга (1974). Изучены мощность, запасы и фракционный состав подстилок. Из химических свойств определены рН водной суспензии и сырая зольность. Всего в напочвенном покрове, представленном только травяным ярусом, выявлено 26 видов, в приствольных пространствах - 12, в подкроновых – 11, в «окнах» – 19, из которых 7 в других компонентах тессеры не встречаются. Биомасса напочвенного покрова значимо увеличивается от приствольных повышений к «окнам», как и число эколого-ценотических свит (Ниценко 1969). У стволов выявлены виды всего трех свит: еловая кисличная, неморальная теневая, прижилищная сорная, под кронами – 5 (появляются неморальная весенняя и еловая черничная), в окнах – 11 (появляются другие неморальные свиты, мелколиственная опушечно-полянная и эвритопы). В приствольях преобладают виды елово-кисличной свиты (*Oxalis acetosella* L.), под кронами – елово-черничной (*Dryopteris filix-mass* L.) и неморально-теневой (*Galeobdolon luteum* L., *Stellaria holostea* L.), в «окнах» - почти всегда неморально-теневой. Согласно шкале затенения Ландольта, в исследованном ельнике встречаются полностью теневые виды, главным образом теневые, и редко – полутеневые. Первые преобладают в приствольных пространствах, вторые в – «окнах». Балл влажности почти всех видов соответствует одной градации (от среднесухих до влажных). Виды, соответствующие очень кислым и кислым почвам по шкале Ландольта, встречаются в приствольных и подкроновых пространствах, доля их биомассы достигает 10-11%. Виды, соответствующие нейтральным почвам, встречаются в подкроновых и межкроновых пространствах (2-5%). Что касается видов, соответствующих почвам, богатым элементами питания, их максимальная доля соответствует приствольным пространствам (до 20%), а в других компонентах тессеры – всего 7-8%, остальные виды не имеют четкой приуроченности к данному фактору. Шкалы Элленберга имеют больше градаций, поэтому оценка соотношения экологических групп с их помощью дает более конкретные результаты. Значимых отличий по отношению к увлажнению внутри тессер не выявлено, как и с помощью шкалы Ландольта. Средневзвешенный балл по отношению к освещенности значимо возрастает от стволов к «окнам». Балл отношения к кислотности значимо увеличивается от стволов к межкроновым пространствам, а балл обогащенности элементами питания имеет некоторую тенденцию к уменьшению в том же направлении. Доля видов,

относящихся к кислым почвам, уменьшается в направлении «окна» с 40 до 7%. Доля видов, соответствующих богатым почвам, равна соответственно 21,4 и 6% в компонентах тессеры ствол-крона-окно, но в то же время доля видов, растущих исключительно на богатых почвах (*Stellaria media* L., *Galeopsis speciosa* Mill., *Urtica dioica* L.) - соответственно 1,0 и 5%. Методом главных компонент выявлена ведущая роль внутренней структуры фитоценоза в пространственном варьировании соотношения видов разных групп, выделенных по шкалам Элленберга – особенно это касается отношения видов к освещению и кислотности. Оценка по шкале трофности Л.Г. Раменского выявила значимое увеличение средневзвешенного балла богатства почвы от стволов к «окнам». Почти виды относятся к стеновалентным и оценка по данной шкале представляется довольно адекватной. Как видно, результаты оценки обогащенности почв элементами питания с помощью разных шкал все же неоднозначны. Мощность и запасы лесных подстилок уменьшаются в направлении ствол-крона-окно. Доля и запасы легкоразлагаемых компонентов в подстилке увеличиваются от стволов к межкроновым пространствам, тогда как доля и запасы хвои – уменьшаются. В результате кислотность всех горизонтов подстилок в приствольных пространствах значимо выше, чем в других компонентах тессер, что подтверждается результатами оценки по шкалам Ландольта и Элленберга. У стволов детрит накапливается больше в виде горизонтов F и H, чем в виде опада прошлых лет, что говорит о сравнительно замедленном разложении. Соотношения запасов L/F и $L/(F+H)$, являющиеся индикаторами скорости разложения детрита, минимальны в приствольных подстилках (соответственно 0,25 и 0,18 по сравнению с 0,4-0,5 и 0,3 в других компонентах тессер). Зольность всех горизонтов подстилок и запасы в них зольных элементов минимальны для приствольных повышений, что говорит о замедлении разложения органического вещества. Запасы легкоразлагаемых компонентов подстилки возрастают от стволов к «окнам» с 75 до 180 г/м², а запасы зольных элементов в них - с 7 до 15 г/м². Все это указывает на увеличение интенсивности разложения детрита в направлении ствол-крона-окно и оптимизацию лесорастительных условий, что частично подтверждается оценкой богатства элементами питания по экологическим шкалам. В «окнах» выше запас биомассы напочвенного покрова и зольных элементов в подстилках, что создает лучшие условия для разложения детрита. Однако уменьшение затененности благоприятствует произрастанию видов с широкой экологической валентностью, что может осложнять адекватную оценку по экологическим шкалам. Итак, в еловом фитоценозе характеристики напочвенного покрова весьма вариабельны в системе ствол-крона-окно. От стволов к «окнам» увеличивается надземная биомасса, число видов и эколого-ценотических свит, и доля видов, соответствующих нейтральным почвам, обогащенным элементами питания. Это в целом отражает свойства лесных подстилок - от приствольных пространств к подкроновым и «окнам» увеличивается скорость разложения органического вещества, запас зольных элементов и pH. Ведущим фактором варьирования свойств подстилок и состава напочвенного покрова является пространственная структура фитоценоза.

Список литературы

- Лукина, Н.В., Орлова, М.А., Исаева, Л.Г. (2010) Плодородие лесных почв как основа взаимосвязи почва-растительность *Лесоведение*. 5: 45-56.
- Ниценко, А.А. (1969) Об изучении экологической структуры растительного покрова. *Ботанический журнал*. 54: 1002-1014.
- Раменский, Л.Г., Цаценкин, И.А., Чижиков, О.Н., Антипин, Н.А. (1956) *Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову*. М., 470 с.
- Ellenberg H. (1974) *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. Gottingen. Goltze: 1974 97 s.
- Landolt E. (1977) *Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veroff. Geobot. Inst. ETH., Zurich: 1-208.

Геоботанические исследования в экосистемах и ландшафтах

Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П.

vniikormov@mail.ru

*г. Лобня, Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса*

Обширность территории России и большое разнообразие природно-климатических условий, растительности, почв, природных кормовых угодий, ландшафтов являются нашими важнейшими стратегическими ресурсами. Природные кормовые угодья (сенокосы и пастбища – 92,5 млн га) и оленьи пастбища (335 млн га) занимают огромные площади в разных природных зонах России, всего более ¼ части территории Российской Федерации. Умение наилучшим образом использовать это свое преимущество, управлять этими возобновляемыми ресурсами – необходимые условия создания сильного и устойчивого сельского хозяйства.

В основе решения проблем увеличения адаптивности, устойчивости и экономической эффективности кормовых угодий лежит их глубокое комплексное геоботаническое изучение. Основоположники отечественного луговедения – В.Р. Вильямс, А.М. Дмитриев, Л.Г. Раменский, И.В. Ларин, Т.А. Работнов считали геоботаническое изучение и оценку природных кормовых угодий "необходимой составной частью работ по лугопастбищному хозяйству" (Всероссийский ..., 2014).

Принципиальными особенностями научной школы геоботаники ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса является изучение растительности во взаимосвязи со средой и ее оценка в кормовом отношении. Основные направления деятельности научной школы геоботаники института осуществляются по разным направлениям. Развитие теоретических и методологических основ, принципов и методов комплексного (синтетического) фитотопозэкологического подхода к оценке природных кормовых угодий, сельскохозяйственных земель, агроэкосистем и агроландшафтов с использованием наземных и дистанционных данных. Комплексное геоботаническое изучение и оценка, классификация, картографирование, районирование, мониторинг природных кормовых угодий России, кормовая характеристика растений сенокосов и пастбищ и кормовых ресурсов изучаемых территорий, теоретическое обоснование систем их улучшения и рационального использования, приемов управления продукционными, средообразующими и природоохранными функциями агроэкосистем и агроландшафтов.

Геоботаническое изучение и оценка природных кормовых угодий в институте начались с началом организации в 1912 г. показательного лугового хозяйства при высших курсах по луговодству Московского сельскохозяйственного института. На базе этого хозяйства в 1917 г. была создана станция, в 1922 г. – Государственный луговой институт (ГЛИ), в 1930 г. – Всесоюзный, 1992 г. – Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса (ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса), 2017 – Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»).

Геоботанические исследования с самого начала стали неотъемлемой частью системы изучения лугов в Государственном луговом институте. Первые коллекции Гербария слагались в основном из сборов на экскурсиях по Подмосковию и соседним областям. Возникновение Гербария датируется 1914 годом, когда начинается активное посещение показательного лугового хозяйства слушателями высших курсов по луговодству Московского сельскохозяйственного института (позже – Петровской сельскохозяйственной академии) изучение ими луговой флоры с гербаризацией в летнее время.

К моменту, когда начал свое существование Государственный луговой институт, к 1922 г. отчетливо определились те общие теоретические положения, которые легли в основу

дальнейшего развития науки о лугах. Луговая растительность в своем развитии неразрывно связана с развитием почвы, с географическим окружением. Только на основе всестороннего и глубокого изучения не только самой растительности, но и почвенного покрова, географического окружения могут быть вскрыты закономерности пространственного распределения лугов и изменения их во времени.

На этой исходной научной базе в институте создается своя геоботаническая школа, основанная на принципах комплексного (синтетического) фитотопозологического подхода к оценке сельскохозяйственных земель. Теоретической базой ее явилось учение Л.Г. Раменского о природных типах земель.

С неослабеваемой энергией Л.Г. Раменский выступал за комплексное изучение земель. Он опубликовал очень ценное основополагающее в теоретическом, методическом и практическом отношении руководство по комплексному изучению земель, представляющее собой основы синтетического учения о природно-хозяйственных типах земель. Это направление работ Л.Г. Раменского заложило основы создания современного учения об агроэcosystemах и агроландшафтах.

В своей работе "Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель" Л.Г. Раменский (1971) так определяет предмет исследований: "... с одной стороны территория, земля, с другой стороны — растения, животные, микроорганизмы являются основными природными факторами сельского хозяйства... Для обоснования мероприятий нужен синтетический подход — необходимо изучение почв, растительности, водного баланса территории, ее микроклимата и т.д., в их взаимной связи, во взаимодействии, на фоне культурных режимов и преобразований. Синтетическое изучение природных особенностей и жизни территории в перспективе ее хозяйственного использования и преобразования составляет содержание производственной типологии земель. Методом типологии земель является комплексное исследование территории...". Эти системные (агроландшафтные) подходы и традиции развиваются в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

На этих принципах сегодня базируется не только школа геоботаники ВНИИ кормов, лидером и основателем которой стал Леонтий Григорьевич Раменский, на этих принципах базируются современное агроландшафтоведение и учение об агроэкосистемах — перспективные современные научные направления, развивающиеся на стыке сельскохозяйственной науки, геоботаники, ландшафтоведения и экологии (Агроландшафты ..., 2015, Трофимов и др., 2016, 2017).

Список литературы

Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: Издательский Дом «Наука», 2015. 198 с.

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. члена-корреспондента Россельхозакадемии, доктора сельскохозяйственных наук В.М. Косолапова и доктора географических наук И.А. Трофимова. М.: Россельхозакадемия, 2014. 1031 с.

Раменский Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: "Наука", 1971. 333 с.

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Развитие системного подхода к изучению сельскохозяйственных земель и управлению агроландшафтами // Поволжский экологический журнал. 2016. №4. С. 455–466.

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сохранение и оптимизация агроландшафтов Центрального Черноземья // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 1. С. 103–109.

Биоморфология и функциональные признаки



Семенная продуктивность *Pulsatilla magadanensis*

Андриянова Е.А.

elena.a.andriyanova@gmail.com

г. Магадан, Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

Прострел магаданский, *Pulsatilla magadanensis* Khokhr. et Worosch. – эндемик северного побережья Охотского моря и, возможно, верховий Колымы (Беркутенко, 2008). Вид описан из окрестностей поселка Окса в 1973 г. (Ворошилов, Хохряков, 1973). Занесен в Красную Книгу Магаданской области (Беркутенко, 2008).

P. magadanensis – стержнекорневой многолетник, формирует плотные дерновинки. Цветоносы при распускающихся цветках прямостоячие, при плодах удлиняются. Листочки околоцветника в числе 5, до 2,5 см длиной, беловато-голубоватые. Многоорешек до 5 см в диаметре. Семена длиной 3,7 мм, шириной 1 мм, стилодий 19,8 мм.

Ранее было известно 3 местонахождения прострела магаданского: 2 близко расположенных местонахождения в окрестностях г. Магадана по склонам сопок на р. Окса. В гербарии ИБПС (MAG) хранятся образцы, собранные в августе 1977 и 1986 годов в верховьях р. Колымы, на хребте Большой Анначаг, более чем в 200 км от побережья, определенные как *P. magadanensis*. Но это определение требует подтверждения, так как растений мало, и они собраны не в стадии цветения.

В последние годы было выявлено более 10 новых местонахождений *P. magadanensis* на побережье Охотского моря (Мочалова, Андриянова, 2011). Общая площадь этой части ареала – около 47 км². *P. magadanensis* здесь встречается крайне неравномерно. Площадь разрозненных участков, на которых встречается *P. magadanensis*, составляет от нескольких кв. метров до 0,1 км², в среднем их размер составляет 70-80 м². Отдельные местонахождения могут быть удалены друг от друга на несколько километров. Площадь территорий, которые непосредственно занимают локальные популяции прострела магаданского, составляет порядка 2-2,5 км².

P. magadanensis произрастает на высоте 200-300 (до 700) м над ур. моря на щебнистых склонах и выположенных вершинах сопок со скалистыми останцами. Основные популяции *P. magadanensis* приурочены к участкам коры выветривания интенсивно раздробленных гранитоидов. Встречается *P. magadanensis* на лишенных сомкнутой растительности участках, где преобладают эпилитные лишайники (покрытие до 20-30%) и встречаются лишь единичные особи сосудистых растений (*Minuartia sibirica*, *Silene stenophylla*, *Cassiope ericoides*, *Oxytropis evenorum*, *Dicentra peregrina*, *Scorzonera radiata*, *Pedicularis ochotensis*, *Draba magadanensis*, *Sedum cyaneum*, *Vaccinium vitis-idaea* и др.). Также как и другие виды, *P. magadanensis* произрастает разрежено, на 1 м² встречается от 1-5 до 15-22 экземпляров.

Цветение *P. magadanensis* в долине р. Окса начинается в конце первой – второй декады мая и длится до второй декады июня. Семена созревают в конце июня – июле. Период цветения и семеношения растянут за счет разнообразия микроклиматических условий на склонах разных экспозиций. Размножение только семенное.

В данной работе мы рассмотрим особенности семеношения *P. magadanensis* в разные годы. Семенная продуктивность определялась в 2012, 2014, 2016 и 2018 годах. Кроме того, в другие годы иногда проводилась глазомерная оценка обилия плодоносящих растений и количества цветоносов на них. Семена подсчитывались либо в лаборатории, либо на месте на живых растениях, в таком случае сбор цветоносов и семян с растений проводился в небольшом объеме. Для подсчета количества семян брали не менее 15 растений. Подсчитывалось общее количество семян, при возможности, количество семян на 1 цветоносе (иногда, при сборе зрелых семян они быстро опадали с цветоносов и смешивались в пакете, что делало подсчет количества семян на 1 цветоносе невозможным). Коэффициент

созревания определялся как отношение количества зрелых семян к общему количеству всех семян, включая щуплые и недоразвитые (Ходачек, 2008).

Результаты представлены в таблице.

Таблица 1

Средние показатели семенной продуктивности *Pulsatilla magadanensis*

Год сбора	Количество цветоносов		Количество семян				Коэфф. созр.
	Со зрелыми семенами	Без семян	Нормально развитые		Щуплые семена и недоразвитые пестики		
			На 1 ЦН	На всем растении	На 1 ЦН	На всем растении	
2012	5±0,4	0,5±0,1	27	134±15	5	25±3,2	84%
2014	4±0,2	0,1±0,01	16±0,3	61±3	7±0,3	26±1	70%
2016	1,5±0,2	0,5±0,1	14±0,6	20±2	5±0,3	8±1,5	74%
2018	3±0,2	0,1±0,04	12±0,6	34±2,4	9±0,4	23±1,8	59%

Из таблицы видно, что семенная продуктивность *P. magadanensis* сильно отличается в разные годы. Наиболее высокие показатели семенной продуктивности, по нашим данным, отмечены в 2012 году.

Наблюдения за качеством семян *P. magadanensis* в течение 5 лет показали, что качество семян этого вида, как правило, невысокое. При длительном проращивании семена сильно повреждаются грибами. Всхожесть семян *P. magadanensis* сильно отличается в разные годы. В 2000, 2002, 2003, 2006, 2007 и 2012 гг. всхожесть семян составила соответственно 7, 5, 26, 18, 67 и 80%, большая часть непроросших семян были пустыми. Семена сбора 2004 г. не прорастали. Период прорастания семян растянут. Прорастание начинается на 15-33 день от начала проращивания и длится от 1 до 5 месяцев. Периоды между прорастанием отдельных семян могут составлять до 3 недель. Холодная стратификация при +5 С и промораживание сухих семян ускоряют прорастание (прорастание начинается на 8-9 день, период прорастания сокращается). Возможно, физиологический покой семян *P. magadanensis*, характерный для семян лютиковых, сочетается с неглубоким физическим, прерываемым в данном случае воздействием низких температур.

При хранении при температуре от +18 до +22°C семена полностью теряют всхожесть в течение 2-3 лет.

В целом, для *P. magadanensis* характерны низкая семенная продуктивность и плохое качество семян. Качество семян существенно различается в разные годы.

Список литературы

Беркутенко, А.Н. (2008) *Сосудистые растения* // Красная книга Магаданской области. Магадан: Департамент природных ресурсов администрации Магаданской области, ИБПС ДВО РАН. с. 253-369.

Ворошилов, В.Н., Хохряков, А.П. (1973) Новый вид прострела из окрестностей Магадана. *Бюл. ГБС АН СССР*. 90: 40-41.

Мочалова, О.А., Андриянова, Е.А. (2011) Прострел магаданский (*Pulsatilla magadanensis*) на юге Магаданской области. // *Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти Л.М. Черепнина: мат. Пятой Всеросс. конф. с междунар. участием: в 2 т.* Красноярск, Т. 1: 382-388.

Ходачек, Е.А. (2008) Семенная репродукция растений Крайнего Севера и их репродуктивные стратегии // *Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии растений. Сб. мат. междунар. конференции, посв. памяти Р.Е. Левиной.* Ульяновск. с. 246-251.

Функциональное разнообразие альпийских фитоценозов Тебердинского заповедника

Дудова К.В

k.v.dudova@yandex.ru

г. Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова

Механизмы формирования растительных сообществ — один из основных вопросов современной экологии растений (Kraft et al. 2007). Активно развивающийся подход к решению этой проблемы — функциональный — построен на изучении признаков растений, влияющих на их приспособленность к окружающей среде, т. н. функциональных признаков. Распределение этих признаков внутри сообщества называется функциональным разнообразием и является результатом отбора их значений экологическими фильтрами в ходе формирования ценоза. исследования функционального разнообразия применяют для решения широкого круга вопросов (Garnier et al. 2016). Например, они позволяют делать выводы о значимости того или иного функционального признака для формирования исследуемого ценоза, а также выявлять основные факторы и механизмы, под влиянием которых происходил отбор видов из регионального пула.

Ключевой функциональный признак, активно используемый в современных исследованиях — это удельная листовая поверхность (УЛП): площадь листа, которую растение формирует на грамм сухого вещества. Этот важный показатель фотосинтетической активности листа описывает одну из трех основных осей варьирования признаков растений — ось поглощения и использования ресурсов.

Объект исследования — альпийские растительные сообщества Тебердинского заповедника (Северо-Западный Кавказ). Для высокогорий характерно разнообразие местообитаний на небольших площадях и мезоклиматические градиенты, связанные с характеристиками рельефа. Эти особенности дают большие возможности для проведения сравнительных исследований в области фитоценологии (Onipchenko 2002). Цель исследования — сравнить показатели функционального разнообразия для основных растительных сообществ территории и оценить случайность распределения признака внутри этих сообществ.

Изучали четыре типа фитоценозов в альпийском поясе Тебердинского государственного природного биосферного заповедника (Карачаево-Черкесская республика, Россия): альпийские лишайниковые пустоши (АЛП), пестроовсяницевые луга (ПЛ), гераниево-копеечниковые луга (ГКЛ) и альпийские ковры (АК).

Для исследования было выбрано 135 видов сосудистых растений. Сбор и обработку материала проводили согласно международному протоколу измерений (Cornelissen et al. 2003). Для определения участия видов в сообществах использованы данные выполненных ранее исследований по надземной биомассе.

Полученные данные обрабатывали с использованием среды R (пакеты *base*, *stat*, *ggplot2*, *tidyr*, *tidyverse*, *dplyr*). Рассчитывали средние и средневзвешенные значения для ценозов и три индекса функционального разнообразия: функциональное богатство, функциональная выравненность, функциональная дивергенция. Оценили случайность распределения признака методом сравнения показателей функционального разнообразия с таковым для нулевых моделей: искусственно смоделированными сообществами с тем же числом видов и их участием, что и реальные, но со случайно взятыми из общего пула значениями функционального признака.

Наименьшее среднее значение УЛП показано для лишайниковых пустошей, а наибольшее — для альпийских ковров. Различия в значениях статистически значимы ($p < 0,05$). При переходе к средневзвешенным оценкам наименьшая УЛП показана для пестроовсяницевых лугов. Резкое увеличение показателя для ПЛ связано с высоким уровнем участия *Festuca varia* с низким показателем УЛП (51 ± 8 см²/г). В других ценозах

средневзвешенная оценка также меньше средних, что говорит о том, что в них доминируют виды с низкими значениями признака.

Индекс функционального богатства показывает размах значений признака в сообществе относительно такового для региона. Показатель увеличивается в ряду возрастания первичной продукции и флористического богатства в ценозах: АК < АЛП < ГКЛ < ПЛ. Однако средние для на пробных площадей (25×25 см) по этому индексу наименьшие для ПЛ, а наибольшие – для АЛП. *Festuca varia* – доминантный вид с высоким участием. Сообщества АЛП полидоминантны, и число видов, сосуществующих на пробной площади, в этих сообществах выше.

Функциональная выравненность (равномерность распределения значений признака) возрастает в ряду АК < ГКЛ < ПЛ < АЛП. Все показатели меньше 0,5, что позволяет говорить о низкой выравненности по УЛП в альпийских фитоценозах.

Полученные значения функциональной дивергенции (степень расхождения значений признака) очень низки и варьируют в узких пределах (0,148 – 0,195). При этом показатель возрастает в ряду ПЛ < ГКЛ < АК < АЛП. Таким образом, АЛП характеризуются низким функциональным богатством, но являются самыми выравненными и одновременно дивергентными из изученных фитоценозов.

Для модельных сообществ показатели функционального богатства и равномерности выше, чем для реальных, а функциональной дивергенции, напротив, ниже. Показаны статистически значимые отличия для всех показателей функциональной структуры для модельных и для реальных сообществ, что позволяет сделать вывод о том, что распределение удельной листовой поверхности внутри альпийских фитоценозов носит неслучайный характер, а УЛП является одним из тех признаков, по которым происходит отбор видов при формировании альпийских фитоценозов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№19-14-00038).

Список литературы

Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E. et al. (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurements of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51: 335–380.

Garnier, E., Navas, M.-L. & Grigulis, K. (2016) Plant Functional Diversity. Oxford University Press, Oxford, 231 p.

Kraft, N., Cornwell, W. et al. (2007) Trait Evolution, Community Assembly, and the Phylogenetic Structure of Ecological Communities. The American Naturalist 170: 271–283.

Onipchenko, V.G. (2002) Alpine vegetation of the Teberda Reserve, the northwestern Caucasus. Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel, 168 p.

Функциональное разнообразие лиственных лесов в зоне влияния вулканических пеплопадов Ключевской группы вулканов (Камчатка)

Кораблёв А.П., Железина А.В., Запорожец Н.Л., Некрасов Т.Л., Сазонов Д.А., Щербаков Д.А.
akorablev@binran.ru

г. Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Нарушения экосистем приводят к трансформации их структуры на разных уровнях организации, что проявляется в изменении таксономического состава сообществ и биологических процессов, протекающих в экосистеме. Влияние разных типов нарушений на видовое разнообразие растительных сообществ изучено достаточно подробно, меньше работ основано на функциональном разнообразии. Исследования влияния вулканогенных нарушений на функциональное разнообразие растительных сообществ единичны, и представляют большой научный интерес. Мы поставили следующие вопросы: 1) Как нарушения лесных сообществ, вызванные пеплопадами, отражаются на их функциональном разнообразии (разнообразии признаков растений в фитоценозе)? 2) В каком направлении изменяются признаки растений, составляющих сообщества, в результате нарушения пеплопадами?

Объект исследования – лиственные леса из *Larix cajanderi* Mayr, произрастающие на юго-западных макросклонах двух соседних плато: Толбачинский дол (ТД) и Ушковский дол (УД), Ключевская группа вулканов. Климат района умеренно-континентальный; годовая сумма осадков 700 мм. Выражена высотная поясность, лесной пояс поднимается до 1000 м над у.м. Геоботанические описания выполнены на высотах 400–800 м над у.м. Территория ТД на протяжении последних 2,5 тыс. лет подвергается частым мощным пеплопадам от извержений, происходящих в центральной части плато. В 1975–1976 гг. здесь произошло крупное эксплозивное извержение, в результате которого лиственные леса были сильно нарушены пеплопадом на расстоянии до 11 км от эпицентра извержения. На УД катастрофических для растительности извержений не было в течение 8,6 тыс. лет. Мы выделили три типа местообитаний, различающихся по степени нарушенности: сильно нарушенные лиственные редколесья со слоем тефры 1975 г. более 30 см, с большой долей погибшего древостоя и уничтоженным напочвенным покровом; слабо нарушенные лиственные леса, мощность тефры 15–30 см, с уцелевшим древостоем и значительно восстановившимся лесным напочвенным покровом; ненарушенные (фоновые) леса на УД. Всего проанализировано 84 описания: 35, 26 и 23 по типам местообитаний соответственно.

Мы изучили функциональное разнообразие лиственных сообществ разной степени вулканогенного нарушения на основе схемы “leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme”, предложенной М. Westoby et al. (1998). Три признака растений – удельная листовая поверхность (УЛП), генеративная высота (ГВ) и масса семени (МС), – охватывают три основных и относительно независимых направления варьирования функций видов. Этот минимальный набор признаков позволяет оценить основные различия между видами, составляющими сообщество, и на основе этого вычислить величины функционального разнообразия. Признаки измеряли самостоятельно по методике Pérez-Harguindeguy et al. (2013), минимальная повторность для УЛП и МС составляла 5, для ГВ – 10. Признаки для некоторых растений были взяты из базы данных “Plant Trait Database” (<https://www.try-db.org>). В анализ были включены виды растений, составляющие в сумме 80% проективного покрытия всех ярусов. МС была проанализирована у семенных растений, УЛП – у сосудистых, ГВ – у всех растений, включая мохообразные и лишайники.

Количественный анализ выполняли в среде статистического программирования R. Мы рассчитали следующие индексы функционального разнообразия (пакет FD) с учетом обилия видов, мало зависимые от видового богатства: FDiv – функциональная дивергенция, учитывает степень различия признаков наиболее обильных видов; FDis – функциональная дисперсия, характеризует функциональную выравненность. Для анализа отдельных признаков вычислили средневзвешенные по обилию значения признаков (CWM).

Поскольку геоботанические описания были выполнены через 35–40 лет после извержения, наши данные отражают не влияние пеплопада как такового, а состояние растительных сообществ на стадии восстановления после пеплопада разной интенсивности. Ранее мы показали, что видовое богатство (альфа-разнообразие) сосудистых растений наибольшее в ненарушенных лиственничниках (Некрасов, Кораблёв, 2018); также существует закономерность увеличения функционального разнообразия с увеличением видового богатства. Считается, что большое разнообразие признаков видов, формирующих сообщества, является результатом конкуренции между видами и распределением их по экологическим нишам, в то время как сообщества, состоящие из видов сходных по значениям признаков, характерны для экстремальных условий местообитания и отражают результат экотопического отбора. В нашем случае средние значения FDiv практически не различаются между сообществами разной степени нарушенности. При этом разброс значений в сильно нарушенных сообществах очень велик. Что может указывать на отсутствие жестких экотопических фильтров и на непостоянный видовой состав. Такой результат согласуется с другими исследованиями, показавшими, что в условиях, где абиотический стресс связан почти исключительно с нарушениями, функциональное разнообразие может быть высоким за счет различия регенеративных стратегий поселяющихся видов. FDis наименьшая в фоновых лиственничниках: признаки видов-доминантов различаются относительно слабо, и выравненность понижена за счет большего числа видов с малым обилием.

Анализ CWM отдельных признаков показал различия между типами местообитания. УЛП в сильно нарушенных сообществах значимо ниже (на 10%), чем в фоновых. В ненарушенных лесах большое участие в сложении сообществ имеют виды мезофитного разнотравья, характеризующиеся высокими значениями УЛП за счет быстрого роста. Высокие средневзвешенные значения УЛП свидетельствуют о более интенсивном использовании ресурсов среды в ненарушенных лесах и большей чистой первичной продукции по сравнению с нарушенными. Низкие значения УЛП в нарушенных биотопах можно объяснить тем, что в этих условиях преобладают S-стратеги вследствие стресса при недостатке питательных веществ в тейфре. CWM по МС в ненарушенных фитоценозах составил в среднем 2.4 мг, в нарушенных – 4.0–4.6 мг. Мы предполагали, что в восстанавливающихся биотопах большую долю будут иметь растения с легкими семенами, далеко распространяемыми ветром. Однако такой результат можно объяснить тем, что в фоновых лиственничниках с высоким обилием развиты виды сем. Orchidaceae и Ericaceae, имеющие очень легкие семена с малым запасом питательных веществ, что делает их уязвимыми при освоении более экстремальных условий нарушенных местообитаний. Значения CWM по ГВ в разных местообитаниях не различаются.

Результаты указывают на то, что функциональное разнообразие лесных сообществ, восстанавливающихся после сильного вулканогенного нарушения, формируется в условиях относительно слабых экотопических фильтров и наличия свободных экологических ниш, на что указывает участие в нарушенных лесах большого числа видов разных функциональных стратегий. При различных условиях формирования видового состава лиственничных сообществ дивергенция признаков (на основе LHS схемы) в целом различается слабо и в данном случае сложно говорить о преобладании абиотических либо биотических процессов в тех или иных условиях вулканических биотопов. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-04-01754).

Список литературы

- Westoby, M. (1998) A leaf–height–seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil* 199: 213–227.
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E. et al. (2013) New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 61: 167–234.
- Некрасов, Т.Л., Кораблёв, А.П. (2018) Видовое разнообразие лиственничных лесов (из *Larix cajanderi* Mayr) вулканических плато Толбачинский Дол и Ушковский Дол (Камчатка). *Материалы IV (XII) Международной ботанической конференции молодых учёных в Санкт-Петербурге 22–28 апреля 2018 года*. СПб.: БИН РАН, с. 95–96.

Вторично-гоморизные однолетники и фитоценозы, в составе которых они наиболее значимы

Марков М.В.

markovsmail@gmail.com

г. Москва, Московский педагогический государственный университет

Среди малолетних растений можно на основе построения их тела, архитектуры и с учетом ранга повторяющихся элементов условно различать виды с морфологически (архитектурно) «узаконенной» однолетностью и виды, однолетность которых морфологически «не узаконена». Если у двудольных малолетников, и, в первую очередь, тех, для которых характерен детерминированный рост, со свойственной им минимальной меристематичностью однолетность вытекает из их морфологии, и таким образом как бы узаконена, а все накопленные в ходе первоначального роста фотосинтезирующих органов и стержневого корня вегетативная биомасса и энергия реализуются в ходе последующей репродукции, завершающейся формированием семян, то у малолетников с индетерминированным ростом и длительно функционирующей апикальной меристемой остановка роста и гибель обусловлены физиологическими причинами и напрямую с морфологией не связаны. Даже при наличии придаточных корней (вторичной гоморизии) однолетность гарантируется физиологией, неспособностью зимовать, перенося низкие температуры, и пр. В наименьшей степени однолетность «узаконена» в архитектуре у изомодульных граминоидов (Марков, 1989), рост которых осуществляется в форме накопления очень сходных, если не сказать одинаковых, модулей. Не случайно в справочной литературе такие растения определяются как одно-дву-многолетники. Если это Флора Маевского в ранних классических по форме изданиях, то жизненную форму обозначали значками: $\bigcirc$ - однолетнее; $\sqcap$ травянистое многолетнее; а в иллюстрированной флоре Ротмалера дополнительным значком ① обозначали зимующие однолетники. В последних изданиях Флоры Маевского вместо значков использованы аббревиатуры: одн., дв., мн. Приходится признать меньшую информативность этих изданий в аспекте характеристики жизненных форм. Зимующие же однолетники здесь никак не обозначены, а вместо этого для *Myosurus minimus* безусловно зимующих однолетников, какими являются *Capsella bursa-pastoris* и *Erysimum cheiranthoides* способность зимовать никак не обозначена, а для *Arabidopsis thaliana* дана характеристика: одн.-дв., хотя жизненная форма «двулетник» никак не должна синонимизироваться с жизненной формой «зимующий однолетник» из-за совершенно особого биоморфологического статуса двулетних растений (Марков, 1991), не состоящего только в охвате жизненным циклом вегетационных сезонов двух лет. Среди видов растений с «узаконенной однолетностью» мы находим преимущественно (но не исключительно!) аллоризные растения. Вместе с тем изначальная аллоризия у ряда видов уже на стадии проростка сменяется вторичной гоморизией и развитием придаточных гипокотильных (и не только) корней. Такую картину дают нам *Androsace filiformis*, *Limosella aquatica*, *Myosurus minimus*, *Subularia aquatica* и ряд других видов двудольных. Все они явно предпочитают повышенную влажность почвы, последний вид представляет собой водное растение, а два первых – это типичные представители пойменных сообществ т.н. меженных эфемеров, которые способны укладываться со своим жизненным циклом в относительно короткий период. Хотя лужницу и нельзя считать эфемером из-за ее способности длительное время расти, формируя укореняющиеся в узлах столоны, у нее в качестве одного из вариантов жизненного цикла имеется и эфемерный, предполагающий зацветание особей с семядолями и первым настоящим листом (Марков, 1991). Лужница фигурирует как характерный вид в ассоциациях пойменных эфемеров (т.н. эфемеретума), занимающих весьма своеобразные местообитания – меженные отмели, которые из-за подвижности и перемытости аллювиального субстрата, периодически повторяющегося высокого и длительного затопления в сочетании с регулярным и длительным обсыханием и иссушением верхнего слоя грунта не могут быть прочно освоены многолетниками.

Участие лужницы отражено в названиях ряда ассоциаций: *Limoselletum*. С учетом того, что эфемерный вариант онтогенеза может реализоваться только в условиях меженных отмелей, резко регламентирующих продолжительность онтогенеза, но предоставляющих весьма плодородную с содержанием илистых частиц почву и режим отсутствия или слабо выраженной конкуренции с соседними многолетними растениями, корректнее называть такие растения вынужденными эфемерами или подчеркивать что вынужденная эфемерность – это лишь один из вариантов их жизненного цикла. Вариант с более длительным ростом, как уже было отмечено, сопряжен с дополнительным укоренением столонов и дочерних розеток. Поскольку в придорожных да и в пойменных прибрежных популяциях лужницы всегда есть риск повреждения особей проезжающим транспортом или купающимися людьми представлялось интересным выяснить судьбу рамет – дочерних розеток, образующихся на столонах первого порядка, в случае искусственного механического разрушения столонов. У растений, пересаженных в вегетационные сосуды и выращиваемых впоследствии в условиях достаточного полива, перерезание столонов в средней части не приводило к отмиранию рамет, находящихся на разном удалении от материнской. По крайней мере, в течение месяца отделенные раметы продолжали свое генеративное развитие и формировали плоды. Даже если у розеток-рамет на момент их искусственного отделения отсутствовали (еще не сформировались) корни, то в дальнейшем происходило формирование нормальных придаточных корней, благодаря чему искусственно отделенные раметы становились особями с автономным минеральным питанием. В природных условиях, однако, вероятность такого варианта вегетативного размножения близка к нулю.

На одном квадратном метре в составе пойменно-отмельных сообществ класса *Isoëto-Nanojuncetea* (Ellenberg, 1982) вместе с *Limosella* можно найти свыше 20 видов относительно мелкосемянных малолетних растений, среди которых обычны граминоиды: *Cyperus fuscus* L., *Carex bohémica* Schreb., *Juncus bufonius* L.) и двудольные, которым присуща в той или иной степени вторичная гоморизия, из разных семейств (*Polygonum lapathifolium* L., *P. hydropiper* L., *Rumex maritimus* L., *R. ucranicus* Fisch, ex Spreng., *Ranunculus sceleratus* L., *Callitriche palustris* L.

Список литературы

Марков, М.В. (1991) Жизненный цикл двулетних растений с общебиологических позиций. Бюл.МОИП, отд. биол.1991, 96, 4, 51-67

Ellenberg H. (1982) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Stuttgart:Ulmer, 1982. 794-802.



Ботаническая география и флористика

Флора Лувеньгского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море)

Вузман-Кошовская Е.И., Кожин М.Н.

elenavuzman@mail.ru

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Лувеньгский архипелаг расположен в вершине Кандалакшского залива Белого моря и состоит из 41 острова общей площадью 249 га. Исследование флоры архипелага проводили ранее, преимущественно, в 1970-1980 гг. (Лаврова, 1984; Воробьева, 1996, Панарина, Папченков 2005). Для большинства островов архипелага были составлены флористические списки. В задачи настоящего исследования вошли полная инвентаризация флоры Лувеньгского архипелага и установление путей внедрения заносных видов.

Флора Лувеньгского архипелага по результатам исследования насчитывает 274 вида из 53 семейств; 82 вида приводятся впервые для архипелага. Зависимость числа видов от площади острова согласуется с положениями классической равновесной теории островной биогеографии и может быть выражена уравнением Аррениуса $y=69 \cdot x^{0.24}$ ($R^2=0.8$; $p<0.05$), т.е. на острове площадью 1 га обитает 69 видов. По флористическому богатству Лувеньгский занимает промежуточное положение среди архипелагов Кандалакшского залива. По числу видов сосудистых растений наиболее богатыми островами этого архипелага являются: Бережной Власов – 208 видов, Большой Березовый – 191 видов и Большой Куртяжный – 157 видов.

Обнаружено 10 охраняемых видов сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Мурманской области и 1 вид (*Rhodiola rosea*) — в Красную книгу Российской Федерации. Отмечено 29 заносных видов, что составляет 11 % от флоры архипелага и говорит о слабом антропогенном влиянии на острова. Внедрение адвентивных видов происходит в течение последних нескольких веков и осуществляется тремя основными путями. Первый связан непосредственными былыми нарушениями растительного покрова на о. Большом Березовом в результате использования территории для рыбной ловли. Об этом свидетельствуют находки *Hypericum maculatum* и *Potentilla goldbachii* на одной луговине: эти виды в Мурманской области очень редкие и обнаружены только близ старых поморских селений. Второй путь связан с сенокошением на островах архипелага в начале XX века, на что указывают сведения из литературы (Никольский, 1927). Третий путь заноса обусловлен современным увеличением синантропизации экосистем и расселением заносных видов с прилегающих освоенных территорий, в частности, села Лувеньги. Несколько видов появились или увеличили свое участие за последние десятилетия, о чем говорит сравнение с предшествующими данными по флоре архипелага (Воробьева, 1996).

Список литературы

Воробьева, Е.Г. (1996) Флора островов в вершине Кандалакшского залива. Флора и растительность Белого и Баренцева морей, Мурманск, с. 57-89.

Вузман, Е.И., Кожин, М.Н. (2019) Флора Лувеньгского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море). Ботанический журнал, Т. 104, № 6.

Никольский, В.В. (1927) Быт и промыслы населения Западного побережья Белого моря (Сороки — Кандалакша). Труды Института по изучению Севера 36: 1-236+карта.

Панарина, Н.Г., Папченков, В.Г. (2005) Растительный покров водоемов и водотоков Кандалакшского государственного природного заповедника (Кандалакшский залив, Белое море). Труды Кандалакшского заповедника, 11, Рыбинск, 146 с.

Вклад П.А. Смирнова в систематику злаков и развитие Гербария им. Д.П. Сырейщикова

Курченко Е.И.¹, Огуреева Г.Н.², Шведчикова Н.К.²
ogur02@yandex.ru

¹ г. Москва, Московский педагогический государственный университет

² г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Прошло 90 лет со дня основания В.В. Алехиным кафедры геоботаники МГУ. Нам посчастливилось знать и учиться у университетских преподавателей, оказавших влияние на всю дальнейшую творческую жизнь: П.А. Смирнова, А.А. Уранова, И.Г. и Т.И. Серебряковых, С.С. Станкова, В.С. Говорухина, С.Н. Тюремнова, Л.В. Кудряшова, Н.Н. Кадена и др. Среди них особую благодарность мы испытываем к нашему Учителю – П.А. Смирнову (1896-1980). Мы были его последними учениками и в эту юбилейную дату хотим поделиться с молодыми учеными, живущими в другое время, в традициях другой эпохи, опытом воспитания ботаников на кафедре в те далекие времена.

П.А. Смирнов был коренным москвичом, он родился 9 марта 1896 г. в семье священника и вся его научная и преподавательская деятельность была связана с Московским Университетом. На кафедре геоботаники П.А. работал с момента ее образования и до конца своей жизни. Он читал ряд основных ботанических курсов «Систематику высших растений», «Ботаническую географию СССР», «Фитогеографию», вел оригинальные занятия Большого практикума, определившие для многих дальнейшую деятельность в области систематики растений, неизгладимые впечатления оставила и летняя практика со студентами в Лужках. Со стороны студентов Павел Александрович всегда воспринимался как непреклонный авторитет за его глубокие всесторонние знания в различных разделах ботаники. Он постоянно совершенствовал свои курсы лекций, подкупала его ясная, доходчивая форма изложения с демонстрацией фактических материалов на лекциях и практических занятиях, вызывая заинтересовать студентов читаемым предметом; он постоянно знакомил с новыми публикациями, обсуждал текущие проблемы ботаники, помогал советами в научной работе. С благодарностью вспоминается его простота и сердечность в отношениях со студентами, уважительное и серьезное отношение к ним и их творческим устремлениям.

П.А. Смирнов был известным ученым, авторитетом с мировым именем, достойным продолжателем традиций московской ботанической школы. В Московском университете он учился у русских ботаников: М.И. Голенкина, Л.И. Курсанова, К.И. Мейера, а позднее у Д.П. Сырейщикова; он слушал лекции и доклады выдающихся русских дарвинистов – М.А. Мензбира и А.Н. Северцова, геолога А.П. Павлова, географа Д.Н. Анучина и находился в близком научном общении со многими известными ботаниками: В.В. Алехиным, А.Е. Жадовским, Б.М. Козо-Полянским, Д.И. Литвиновым, О.С. Гребенщиковым и др. Это научное содружество и постоянное общение с природой привело ученого-натуралиста Павла Александровича к глубокому убеждению, что знание флоры, систематики и морфологии растений – основа для работы любого геоботаника, особенно ботаника-полевика.

В научной деятельности П.А. Смирнова можно выделить три основных направления: исследование флоры и растительности Средней России, изучение систематики растений, в том числе систематики злаков и вопросы ботанической географии.

Исследуя флору и растительность центральной полосы Европейской части СССР, он успешно развивал давние традиции московской ботанической школы, связанной с именами М.А. Максимовича, Н.Н. Кауфмана, В.Я. Цингера, Д.И. Литвинова, И.Н. Горожанкина, А.Н. Петунникова, С.Н. Ростовцева, Д.П. Сырейщикова, и стал признанным знатоком флоры и растительности этого региона. Им написаны обобщающие работы: «Исследования флоры Тамбовской губернии в 1917-1921 гг.», «Редкие и критические растения Московской губернии». В сводной работе «Флора и растительность Центрально-Промышленного района» содержатся ботанические очерки Московской, Ярославской, Ивановской, Горьковской, Тульской и Рязанской областей. Им создана ставшая классической «Флора Приокско-

Террасного заповедника», значение которой выходит далеко за пределы его территории и оценивается как своеобразная энциклопедия по географии, экологии, а также по вопросам систематики и морфологии среднерусских растений.

Второе направление работ Павла Александровича связано с систематикой растений, в первую очередь систематикой злаков. Уже своими первыми исследованиями в области систематики среднерусских ковылей П.А. зарекомендовал себя как незаурядный агронолог, который многие десятилетия посвятил изучению ковылей. Он ввел для разграничения близких, ранее путавшихся видов, ряд новых стойких признаков, описал 27 видов ковылей, опубликовал таблицы (ключи) для определения ковылей СССР и отдельных районов, монографически обработал ковыли для определителей некоторых местных флор (Средней России, Юго-Востока, Украины, Урала). Последующие публикации, посвященные описанию новых видов этого рода, а также других сложных родов злаков, таких, как овсяница, тонконог, мятлик, вейник, полевица, зубровка и установление нового рода цингерия, послужили основанием для признания П.А. Смирнова одним из крупнейших специалистов в области морфологии и систематики злаков. В изданных им 101 выпусках эксикат нашли отражение представления автора о систематике этого семейства. Морфологическое изучение видов он гармонично дополнял наблюдениями в природе за ростом растений и ритмом развития, особенностями их цветения и, что особенно важно, за их изменчивостью. Павел Александрович предложил оригинальную и глубоко обоснованную концепцию морфологической природы колоска и цветка злаков (1953), в основе которой лежит представление о гомологичности вегетативных и генеративных органов большинства злаков, имеющих единое двурядное расположение элементов. Он разработал морфологическую терминологию злаков для их описания и таксономических ключей. Его авторитет как агронома был признан крупнейшими исследователями мира: Hitchcock, Hubbard, Bor, Martinovsky, Scholz и др. Помимо злаков Павел Александрович выявил и описал более 50 новых для науки видов из других семейств: гвоздичных, лютиковых, крестоцветных, бобовых, молочайных, ластовневых, горечавковых, губоцветных, валериановых, сложноцветных. Следует отметить, что большинство таксонов сохранилось до настоящего времени. Новые виды он описывал обоснованно и осторожно, поэтому большинство из них представляют истинные систематические единицы, реально существующие в природе и понятные всем ботаникам.

Значительное место в научных исследованиях П.А. Смирнова занимали вопросы ботанической географии. В 30-е годы он работал в Нижегородской экспедиции под руководством В.В. Алехина, в Донских степях и в окрестностях г. Сарепты на Волге, совершил путешествия в Армению, на Южный Алтай, в Киргизию – на оз. Иссык-Куль и хребты Кунгей и Терской Алатау, в Курскую степь, на меловые обнажения в верховьях р. Голубой на нижнем Дону, позже – в Кавказский заповедник и Горный Крым. Много новых материалов во флористическое и ботанико-географическое познание Европейской части СССР внесли его работы по Волгоградской области, где он собрал на меловых выходах ряд эндемичных растений. С 1952 г. его интересы связаны с флорой Горного Крыма. В кратком описании результатов своих ботанических работ в Крыму он отметил ярко выраженный средиземноморский характер растительности центрального участка южного склона (Симеиз-Гурзуф), выражающийся в обилии представителей сем. Cistaceae, однолетников средиземноморцев, незначительной роли континентальных групп (*Calamagrostis*, *Poa*).

Глубокие знания разнообразия растений были удивительными и достигнуты в результате огромного повседневного труда Павла Александровича по изучению ботанической литературы (флор, определителей, сводок, монографий), скрупулезного анализа тонкого строения различных частей растений и, главное, неустанной гербаризации и определения растений в течение постоянных экскурсий и экспедиций. По вопросам, связанным со среднерусской флорой, к нему как авторитету постоянно обращались самые известные ботаники страны. Зная латынь еще со школьных лет, он постоянно изучал труды классиков: Э. Буасье, Г. Гаускнехта, Э. Гакеля. Он прекрасно знал также немецкий язык,

читал по-французски и по-английски; все это помогало ему быть в курсе важнейших работ по ботанической географии, флористике и систематике. Однако, признавая заслуги иностранных ученых, Павел Александрович всегда подчеркивал достижения отечественных ботаников, отстаивал приоритет русской науки. Широкая образованность и глубокие знания морфологии, географии, систематики растений лежат в основе его огромного влияния на студентов и молодых ученых, а также его большого авторитета в обсуждении многих ботанических проблем. Всю жизнь Павел Александрович профессионально занимался фотографией, завоевав по праву признание одного из лучших ботаников-фотографов. С большим интересом он смотрел диапозитивы своих учеников, особенно сделанные в местах, где ему не удалось побывать. Его ежегодные доклады по знакомству с растительным миром с демонстрацией снимков-портретов растений собирали ботаников всей Москвы.

Особо следует отметить отношение Павла Александровича к гербарному делу, которое он очень любил. Собирать растения он начал еще в студенческие годы и уже тогда выработал свой, «смирновский», стиль гербаризации, позволяющий легко узнавать в гербарии его листья: им свойственны полнота образцов, высокое качество прессовки, изящество этикеток. Им собрано несколько десятков тысяч гербарных листов, которые составляют большую ценность гербариев МГУ и БИН. Он издал и распространил эксикаты растений Алтая в числе 100 номеров, снабженных печатными этикетками (Смирнов, 1937) и упомянутые выше 101 номер эксикат злаков (Смирнов, 1968, 1972). Именно Д.П. Сырейщикову и П.А. Смирнову, в первую очередь, мы обязаны превращением богатейшего гербария Московского университета, бывшего «складом» гербарных коллекций, в деятельный Центр по флоре и систематике в МГУ. С гербарием Московского университета Павел Александрович был связан еще с 1918 г., когда заведующим был Д.П. Сырейщиков, после смерти которого он стал с 1932 г. его преемником на посту ученого хранителя гербария. Он сохранил и продолжил прекрасные традиции, заложенные Д.П. Сырейщиковым: организовал справочную библиотеку по систематике и флористике; выделил Крымско-Кавказский отдел гербария, а также общий гербарий Сибири, Монголии и Дальнего Востока, отдельно – Европейской части СССР; создал специальный гербарий ковылей, гербарий зарубежных стран, куда были включены лично монтированные листья сборов Буассье, Гаускнехта и Кочи. Он много сделал для научной обработки некоторых коллекций гербария; особенно много определений вложено им в европейской гербарий.

П.А. Смирнов был инициатором создания «Биологической флоры Московской области»; первый выпуск вышел в 1974 г. и опубликованы уже 16 выпусков. К нашему общему сожалению, он не опубликовал многие результаты своих научных исследований. Но продолжали и продолжают работать многочисленные его ученики и ученики его учеников: Т.И. Серебрякова, В.Б. Куваев, А.Г. Еленевский, Б.А. Юрцев, Т.Г. Дервиз-Соколова, А.П. Тыртиков, А.П. Хохряков, Н.И. Шорина, Ю.Е., Алексеев, М.Г. Вахрамеева, В.Н. Павлов, М.Г. Пименов, П.Ю. Жмылев, А.К. Сытин, И.В. Татаренко и в числе многих других мы – его последние ученики. Живет и развивается гербарий МГУ и будет жить память о нем, закрепленная в названиях растений, данных в его честь.

Список публикаций П.А. Смирнова до 1974 г. составлен Ю.Е. Алексеевым, В.Н. Павловым, И.М. Культиасовым и опубликован в Вестн. МГУ. Сер. Биол., 1976. № 4. С. 126-127.

Водные сосудистые растения в верховьях р. Малый Анюй (западная Чукотка)

Мочалова О.А.¹, Бобров А.А.²
mochalova@inbox.ru

¹ г. Магадан, Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

² г. Борок Ярославской обл., Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

Верховья р. Малый Анюй находятся в восточной части Анюйского нагорья на границе его тундровой и лесной частей. По флористическому районированию Дальнего Востока эта территория относится к Анюйскому флористическому району (Сосудистые..., 1985). В верховьях Малого Анюя преобладают кустарниковые, разнотравно-кустарничковые, лишайниково-кустарничковые и осоково-пушицевые кочкарные тундры. Вдоль русел рек распространены разнотравные крупнокустарниковые ивняки и ивово-чозениевые леса. На отдельных участках низкогорий и в межгорных котловинах существует кедровостланиковые заросли, лиственничные леса и редколесья.

Водные сосудистые растения в районе, ограниченном координатами: северо-восток 67°23' с.ш., 169°25' в.д., юго-восток 66°59' с.ш., 169°34' в.д., запад 66°57' с.ш., 167°07' в.д., изучались авторами в июле 2018 г. Ранее ботанические исследования в восточной части Анюйского нагорья проводились в 1980-х годах сотрудниками БИН РАН (Заславская, 1982; Заславская, Петровский, 1984; Юрцев и др., 2010 и др.).

Водных сосудистых растений в районе относительно немного, в водных объектах верховий Малого Анюя выявлено 24 вида (табл. 1) из примерно 65 видов, произрастающих на Чукотке. Среди них преобладают широкораспространенные виды. В широтном спектре одинаково число арктобореальных (9) и плюризональных (9) видов, а среди оставшихся — участие арктических (5) выше, чем бореальных (1). В долготном спектре 3/4 приходится на циркумполярные виды (19), а евразийских (3) и азиатско-североамериканских (2) видов совсем немного (табл. 1).

По берегам тундровых и лесных озер преобладают заросли *Arctophila fulva*, *Carex rostrata*, *C. rotundata*, *Ranunculus pallasii*, *Caltha arctica*, *Comarum palustre*, в воде обычны *Hippuris vulgaris* и *Sparganium hyperboreum*, нередко *Ranunculus trichophyllus*, *Potamogeton sibiricus*. Вдоль берегов на мелководье по краю зарослей водяной сосенки нередко растут *Epilobium palustre*, *Stellaria crassifolia*, *Tephrosia palustris*. По берегам небольших термокарстовых озер в тундрах обычны осоково-моховые сообщества из *Carex rariflora*, *C. chordorrhiza*, *C. rotundata*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Andromeda polifolia*.

В районе исследований было обследовано несколько крупных озер. В самом крупном озере Тытыль площадью 40,5 км² водные растения практически отсутствуют из-за сильного волнения и больших глубин. В местах впадения ручьев в зоне периодического затопления были отмечены *Arctophila fulva*, *Pleuropogon sabinii*, а в небольших заливах на юге озера в истоках реки найдены также *Caltha arctica*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus reptans*, *Arctophila fulva*. Ни рдестов, ни ежеголовников в самом крупном озере не найдено. В менее крупных озерах (Липчиквыгытхын, Уткугытхын) в воде были найдены *Potamogeton berchtoldii*, *P. sibiricus*, *Ranunculus trichophyllus*, *R. reptans*, *Eleocharis acicularis*.

Наиболее значимые находки: *Nuphar pumila* — арктобореальный евразийский вид, отмеченный в южной части оз. Лесное, самое северное местонахождение на Чукотке (67° с.ш.), которое, однако, расположено южнее, чем находки вида в бассейне Колымы на территории Якутии. *Utricularia stygia* — арктобореальный циркумполярный вид, который смешивался с *U. ochroleuca*. Спорадически растет в переувлажненных мочажинах в тундрах в окрестности оз. Тытыль.

Работа выполнена при поддержке компании Кинросс Голд и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-05-00133-а).

Водные сосудистые растения в верховьях р. Малый Анюй

N	Таксоны / встречаемость	Тундровые термокарстовые озера	Лесные озера	Старицы, озера, связанные с реками	Широтные группы *	Долготные группы **
1	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+			PZ	Cyr
2	<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.		+		AB	EA
3	<i>Caltha arctica</i> R. Br.	++	++	++	AB	AzSA
4	<i>Ranunculus (Batrachium) trichophyllus</i> Chaix	++	+	+	PZ	Cyr
5	<i>R. (Coptidium) pallasii</i> Schlecht.	+	+	+	A	Cyr
6	<i>R. × spitzbergensis</i> Hadač (<i>R. lapponicus</i> L. × <i>R. pallasii</i>)		лит		A	EA
7	<i>R. (Ranunculus) gmelinii</i> DC.	++	++	++	AB	Cyr
8	<i>R. reptans</i> L.	++	++	+	AB	Cyr
9	<i>Comarum palustre</i> L.	++	++	++	AB	Cyr
10	<i>Callitriche palustris</i> L.	+			PZ	Cyr
11	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	++	++	++	PZ	Cyr
12	<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	+			AB	Cyr
13	<i>U. macrorrhiza</i> Leconte			+	PZ	AzSA
14	<i>U. stygia</i> Thor	+			AB	Cyr
15	<i>Sparganium hyperboreum</i> Laest.	++	++		AB	Cyr
16	<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.		+	+	AB	Cyr
17	<i>P. berchtoldii</i> Fieb.		++	+	PZ	Cyr
18	<i>P. gramineus</i> L.			+	PZ	Cyr
19	<i>P. praelongus</i> Wulf.		+		PZ	Cyr
20	<i>P. sibiricus</i> A. Benn.		+	+	A	Cyr
21	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.			+	B	Cyr
22	<i>Arctophila fulva</i> (Trin.) Anderss.	++	++	++	A	Cyr
23	<i>Pleuropogon sabinii</i> R. Br.	+		+	A	EA
24	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	+	+		PZ	Cyr

* Широтные группы: А — арктическая, АВ — арктобореальная, В — бореальная, PZ — плюризональная; ** Долготные группы: Cyr — циркумполярная, EA — евразийская, AzSA — азиатско-североамериканская.

Список литературы

Заславская (Королева), Т.М. (1982) Изучение флоры Анюйского нагорья (Западная Чукотка). *Ботан. журн.* (67) 2: 185–195.

Заславская, Т.М., Петровский, В.В., Плиева, Т.В. (1984) Флористические находки на западной Чукотке. *Нов. сист. высш. раст.* 21: 221–225.

Юрцев, Б.А., Королева, Т.М., Петровский, В.В., Полозова Т.Г., Жукова, П.Г., Катенин, А.Е. (2010) Конспект флоры Чукотской тундры. ВВМ, С.-Петербург, 627 с.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1 (1985) Наука, Ленинград, 398 с.

Фитоценотическая приуроченность инвазионных растений в пойме р. Десны (Брянская область)

Панасенко Н.Н., Харин А.В., Холенко М.С.

panasenkobot@yandex.ru

г. Брянск, Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

Одним из существенных явлений процесса антропогенной эволюции растительного покрова является распространение чужеродных растений. Некоторые из них в процессе адаптации к региональным условиям стали инвазионными и вошли в состав естественных и полустественных растительных сообществ.

Динамика климатических показателей (увеличение среднегодовой температуры, изменения в распределении осадков в течение года) в начале XXI века привела падению уровня весенних паводковых вод и ксерофитизации поймы. В результате этих происходит изменение облика, флористического состава и структуры растительных сообществ в пойме р. Десны. Заметную роль в изменении облика растительности речных долин играют не только климатические факторы, но стремительное распространение инвазионных растений. Инвазии изменяют флористический состав и облик фитоценозов в пойме р. Десны.

На территории Брянской области с 2008 года проводятся регулярные исследования распространения, биологии и фитоценотической приуроченности инвазионных растений. В данной работе отмечена приуроченность чужеродных растений к типичным пойменным местообитаниям и сообществам в долине р. Десны.

Acer negundo встречается прежде всего в прирусловой пойме и принимает участие в формировании сообществ ассоциаций *Aceri negundi-Salicetum albae* Bulokhov et Kharin 2008, *Salicetum fragilis* Passarge 1957, *Salicetum albae* Issler 1926, *Salicetum triandrae* Malcuit ex Noirfalise in Lebrun et al. 1955. *A. negundo* распространяется и в центральной пойме, в связи с отсутствием сенокосения, где формирует бедные по флористическому составу и простые по структуре группировки молодых (возраст 10-20 лет) растений площадью 25-40 м².

Acorus calamus sporadически встречается в пойме р. Десна, как правило приурочен к населенным пунктам. Формирует монодоминантные, флористически бедные, сообщества ассоциации *Acoretum calami* Knapp et Stoff. 1962., встречается в сообществах *Senecionetum fluviatilis* (Zahlheimer 1979) Th. Müller in Oberd. 1983. Многолетние наблюдения за сообществом аира в пойме р. Десна, свидетельствуют о сокращении их площади в связи с низкой поемностью и ксерофитизацией поймы в последнее десятилетие.

Aster × *salignus* образует небольшие по площади сообщества, создающие красочный фиолетовый аспект во время цветения, в пойме Десны в г. Брянске. Инвазия *Aster* × *salignus* в сообщества пойменных лугов уменьшает их флористическое разнообразие.

Bidens frondosa постоянный компонент флоры долины р. Десна. Формирует пионерные монодоминантные сообщества по сырым нарушенным местообитаниям и по дну пересохших стариц. Является характерным видом ассоциаций *Bidenti frondosae-Xanthietum albini* Panasenko et al. 2014, *Xanthio albino-Eragoristietum albensis* Bulokhov 2017 и варианта *Bidens frondosa* ассоциации *Oenanthe aquatica-Rorippetum amphibiae* Lohmeyer 1950. С невысоким обилием череда встречается в сообществах ассоциаций *Phalaroides arundinacea* Koch ex Libbert 1931, *Caricetum gracilis* Savič 1926, *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, *Sparganietum erecti* Roll. 1938.

Echinocystis lobata обычный вид прирусловых ивняков. Sporadически формирует на лугах сообщества ассоциации *Echinocystis lobatae-Urticetum dioicae* Bulokhov et Kharin 2008, где проективное покрытие эхиноцистиса достигает 100 % на площади 100-150 м², а остальные растения единичны и сильно угнетены.

Eragrostis albensis активно распространяется по песчаным отмелям Десны, на которых образует сообщества ассоциации *Xanthio albino-Eragoristietum albiensi* Bulokhov 2017.

Erigeron annuus subsp. *septentrionalis* создает устойчивые ценопопуляции в низкотравных луговых сообществах ассоциации *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933 em. Jurco 1969, *Koelerio delavignei-Festucetum rubrae* Bulokhov 2001, *Caricetum gracilis* (вариант *Odontites vulgaris*). В прирусловой высокой пойме и на гривах внедрение *E. annuus* subsp. *septentrionalis* приводит к изменению облика сообществ. *E. annuus* s. str. единично встречается на опушках пойменных лесов, в высокотравных пойменных лугах, а также маркирует пойменные грунтовые дороги.

Erigeron canadensis самый массовый инвазионный вид на территории региона, регулярно встречается по отмелям и береговым обрывам. На пойменных лугах приурочен к участкам с обнаженным грунтом (муравейники, порои кабанов, косуль, кротовины) и пастбищам. Может временно аспектировать при сильных зоогенных нарушениях.

Epilobium adenocaulon и *E. pseudorubescens* встречаются в основном по речным отмелям и береговым обрывам. В результате ксерофитизации внедряются в сообщества сырых лугов ассоциаций *Caricetum gracilis*, *Glycerietum maximae*.

Lactuca serriola осваивает нарушенные местообитания, встречается по береговым обрывам. В результате ксерофитизации внедряется в сообщества сырых лугов ассоциаций *Caricetum gracilis*, *Glycerietum maximae*.

Oenothera biennis и *O. rubricaulis* спорадически встречаются на береговых обрывах и отмелях; изредка доминируют на песчаных прирусловых валах.

Salix fragilis формирует сообщества ассоциации *Salicetum fragilis* Passarge 1957 в прирусловой пойме.

Solidago canadensis в настоящее время отмечен в пойме у населенных пунктов. Внедряясь на пойменные луга в сообщества союза *Deschampsion cespitosae*, приводит к их трансформации, формируя монодоминантные сообщества (но такие случаи пока единичны). Интенсивное распространение *S. canadensis* в пойме может представлять серьезную угрозу пойменным экосистемам.

Zizania latifolia формирует вдоль прибрежной полосы оз. Бечино в пойме р. Десна монодоминантные маловидовые сообщества. Распространение *Z. latifolia* привело к исчезновению типичных прибрежно-водных сообществ вдоль береговой линии озера.

Xanthium albinum формирует сообщества ассоциации *Bidenti frondosae-Xanthium albinae* Panasenko et al. 2015 на прирусловых валах, береговых обрывах и отмелях. Редко в этих сообществах встречается *Cuscuta campestris*, паразитирующая на *Xanthium albinum* и *Bidens frondosa*.

В результате ксерофитизации поймы в сообщества остроосоковых лугов ассоциации *Caricetum gracilis* внедрились анемохорные инвазионные виды: *Epilobium adenocaulon*, *E. collinum*, *E. pseudorubescens*, *Erigeron annuus*, *E. canadensis*, *Lactuca serriola*. Их появление в остроосоковых сообществах связано с появлением открытых участков в связи с пересыханием межкочкарных пространств, а также с разрушением дерновин осоки при пересыхании и палах.

Изредка в пойме Десны возобновляется *Malus domestica* и *Populus alba*, единично *Fraxinus pennsylvanica* и *Cornus alba*. Преимущественно в антропогенно нарушенных местообитаниях (дороги, пляжи, пустыри) встречаются: *Amaranthus retroflexus*, *Chamomilla suaveolens*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Echinochloa crusgalli*, *Festuca arundinacea*, *Geranium sibiricum*, *Helianthus tuberosus*, *Lepidium densiflorum*, *Lupinus polyphyllus*, *Juncus tenuis*, *Puccinellia distans*, *Setaria viridis*, *Setaria pumila*. Пойменные экосистемы являются достаточно уязвимыми для внедрения заносных растений, а речные отмели и обрывы представляют экологический коридор для распространения в речных долинах инвазионных растений.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ № 16-54-00036, 18-54-00036.

К методике полевого изучения локальных флор

Поспелов И.Н.¹, Поспелова Е.Б.²

pleuropogon@gmail.com

¹ г. Москва, Институт проблем экологии и эволюции РАН им. А.Н. Северцова

² г. Норильск, ФГБУ «Заповедники Таймыра»

При флористических исследованиях наиболее широко используется метод конкретных или, чаще, локальных флор (ЛФ). Не углубляясь в особенности применения терминов «конкретная флора» и ЛФ, мы хотим остановиться на оценке полноты выявления ЛФ непосредственно при полевых работах. Авторы как самостоятельно исследовали не менее 50 ЛФ (преимущественно на Таймыре), так и использовали в своей работе значительное число ЛФ, исследованных другими авторами (<http://byrranga.ru>). При этом мы столкнулись с тем, что часто богатство и структура ЛФ, составленных авторами и другими исследователями на близлежащих участках, сходных по ландшафтной структуре и характеру растительности, могут существенно различаться. Следует рассмотреть возможные причины таких различий и на основе этого дать рекомендации по полевым исследованиям флоры.

Первое, что нам бросилось в глаза – многие ЛФ выявлялись не направленными флористическими исследованиями, а попутно, при проведении геоботанических, таксационных и иных работ. В таких случаях полученные списки часто оказывались неполными. Геоботаническими описаниями не всегда охватывается все разнообразие экотопов, особенно мелких по площади выделов, отсюда заметная доля видов не выявляется. Так, резко снижается количество выявленных водных видов, часто не полностью выявляется флора луговых выделов в силу их разнообразия и значительных различий между разными участками одних и тех же сообществ. Как частный пример можно даже сравнить целые регионы, исследованные преимущественно флористическими или геоботаническими методами. Так, флора Таймыра исследовалась в значительной мере целенаправленно, и в настоящий момент там имеется 100 относительно полных ЛФ, флора же Полярного Урала исследовалась преимущественно геоботаниками, и там имеется всего 5-7 полных ЛФ. Даже в результате однократных флористических исследований автора наиболее значительно была пополнена флора именно водно-болотных и луговых видов, многие виды, указанные для Полярного Урала (Князев и др., 2006) как единично встреченные, оказались обычными.

Другая особенность, относящаяся к опубликованным спискам ЛФ – использование при публикации принципа «не собрано – не наблюдалось». Так, в монографии «Флора Путорана» (1978), прямо указано, что даже при наличии авторских полевых списков видов, в окончательные списки включались только виды, подтвержденные гербарными сборами. В итоге в некоторых ЛФ часто не оказывалось «банальных» фоновых видов региона. Конечно, в целом это правильно, но учитывая не лучшее положение в гербарном деле в России (которое только в последние годы, правда, стало улучшаться, в чем немалая заслуга именно кафедры геоботаники, реализовавшей проект Цифрового гербария MW), игнорировать не подтвержденные сборами находки фоновых видов, пожалуй, не стоит. ЛФ, составленные нами, как правило только на 75-90 % подтверждены гербарными сборами. Кстати, именно «Флора Путорана» – один из немногих трудов, где исследования проводились профессиональными флористами на вполне репрезентативных площадях и в течение достаточно продолжительных сроков исследований каждой ЛФ (не менее месяца, чаще 1,5-2 месяца); тем не менее авторами в сходных районах в последние годы составлены списки ЛФ, богатство которых выше приведенных на 20–40 % при сходных условиях работ.

Конечно, в настоящее время исследователь-флорист уже перед началом работ имеет значительно больший исходный объем информации – примерные списки видов, составленные предыдущими исследователями для близлежащих районов, массивы общедоступной спутниковой съемки, значительно лучшее картографическое обеспечение.

Поэтому мы не считаем более качественные флористические исследования своей заслугой, до конца XX века исследователи (в лучшем случае) имели в своем арсенале топографические карты и аэрофотосъемку, значительно менее информативную, чем общедоступная спутниковая съемка Landsat, Terra Aster и др., а также снимки сверхвысокого разрешения на картографических порталах. Эти исходные материалы позволяют резко повысить качество исследований – полевые работы можно проводить по отдекшифрованной схеме, позволяющей закладывать маршруты так, чтобы все выделы были обследованы в нескольких повторностях. В 2017 г. автором, во многом благодаря наличию исходных материалов в кратчайшие сроки удалось на Полярном Урале обследовать 2 участка, богатство ЛФ каждого из которых превышает 330 видов (более чем на 90 % подтвержденных гербарными сборами), при том, что самая богатая ЛФ региона – 319 видов (Куваев, 2008).

Исходя из этого можно дать рекомендации к изучению ЛФ в современных условиях:

1. Флористические работы должны планироваться как самостоятельные исследования, а не как побочный результат других работ. В группе желательно наличие сотрудников, знакомых с флорой данного региона, имеющих опыт флористических работ, который они могут передать начинающим флористам.

2. Максимальное использование доступных материалов при планировании работ на местности, вплоть до предполевого заложения маршрутов. Целесообразно предварительное составление примерных списков растений, которые могут встретиться в районе исследований, желательно, с более широким площадным охватом, чем конкретный участок.

3. Как показала практика, продолжительность работ (желательно в течение полного вегетационного периода) в большей мере влияет на полноту выявления ЛФ, чем охват больших, даже полиландшафтных площадей, поскольку позволяет охватить все виды – от ранне- до позднецветущих. Кстати, во многих очень значительных по площади ЛФ (до 500 км²), исследованных авторами, 95-100 % находок видов все равно укладываются в правильный выпуклый многоугольник площадью 100-150 км².

4. Массированный сбор таксономически сложных для региона групп, фоновые же виды, достоверно определяемые в поле при наличии примитивной оптики, можно собирать в минимально необходимых объемах, а при невозможности больших объемов гербаризации можно ограничиться только фотографированием фоновых видов, включая макросъемку.

Список литературы

Князев, М.С., Морозова, Л.М., Шурова, Е.А. (2006) Флористический список сосудистых растений // Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала – Екатеринбург: 42–159.

Куваев, В.Б. (2008) Высотное распределение сосудистых растений на Полярном Урале. *Ботанический журнал*. 93: 1393–1413.

Флора Путорана (1976). *Материалы к познанию особенностей состава и генезиса горных субарктических флор Сибири*. Новосибирск, 245 с.

Флора Таймыра. Информационно-справочная система [Электронный ресурс]. URL: <http://byrranga.ru>

Основные результаты многолетних исследований флоры сосудистых растений Таймыра

Поспелова Е.Б.¹, Поспелов И.Н.²

parnassia@mail.ru

¹ г. Норильск, ФГБУ «Заповедники Таймыра»

² г. Москва, Институт проблем экологии и эволюции РАН им. А.Н. Северцова

Результаты более чем 30-летних ботанических работ на территории Таймырского района позволили нам провести полный анализ его флоры. Обследовано 57 ключевых участков от горно-северотаежных лесов на юге района до северных типичных и, частично, южных арктических тундр, для которых составлены локальные (ЛФ), а для некоторых также конкретные и парциальные флоры. Значительно пополнены сведения о флоре тундр восточного Таймыра, подробно изучена флора практически не исследованного ранее Анабарско-Котуйского массива. Собрано ок. 25 тыс. листов гербария, переданных на хранение в MW, MHA, NSK, KRSU, LE и др. Дополнительно нами были учтены опубликованные списки разных авторов (58), материалов Гербариев MW и, частично, LE.

Проведена кластеризация списков для 97 наиболее полно изученных ЛФ. Выделено 2 крупных кластера, в первый вошли все ЛФ арктического пояса (горных и равнинных типичных и арктических тундр, полярных пустынь), во второй – гипоарктического пояса южных тундр, равнинных и горных северотаежных лесов и редколесий. Расположение ЛФ в пределах выделенных единиц кластеризации соответствует границам широтных поясов согласно общепринятой классификации (Юрцев и др., 1978) и уточненных нами при дешифрировании крупномасштабных снимков. Далее к спискам, вошедшим в основной массив, добавлялись виды оставшихся, менее полно изученных ЛФ, а также флористические находки в пределах полученных границ, т.е. их можно рассматривать в качестве региональных флор отдельных широтных полос (РФ). Всего полный список флоры сосудистых растений района включает 946 видов и подвидов, включая 51 адвентивный.

В задачи работы входили: а) анализ изменения на широтном градиенте состава и богатства видов, ведущих семейств и родов, географической, экологической, эколого-ценотической структуры, состава жизненных форм; б) уточнение границ широтных полос на основе этого анализа; в) проведение флористического районирования территории.

Для этого был проведен всесторонний анализ выделенных РФ на основе базы данных «Флора Таймыра», созданной в MS Access, где для каждого вида приведены сведения об его ареале, эколого-ценотических предпочтениях, отношения к ведущим экологическим факторам, жизненной форме (Флора Таймыра, <http://byrranga.ru>). Последовательная иерархическая кластеризация всех РФ выделенных широтных полос по каждому из этих признаков позволила выделить наиболее существенные широтные рубежи, влияющие на изменение структуры РФ – систематической, географической, экологической и др. На основании сходства и различия выделенных кластеров выявляются 3 рубежа, из них наиболее четкие – между тундровой зоной и полярными пустынями и между арктическими и типичными тундрами. Граница последних с южными тундрами менее четкая, флора этой подзоны по составу и географической структуре ближе к северотаежной, что позволяет отнести ее к арктобореальному экотону (Юрцев, 2006).

Основой для проведения конвергентного флористического районирования территории послужила созданная нами ГИС «Флора Таймыра», в рамках которой проведен сравнительный анализ РФ как по систематическому составу (видовому, родовому и семейственному), так и по соотношению географических элементов. Помимо выраженной широтной зональности, выявлены различия между флорами долготных секторов территории, простирающейся с запада на восток более, чем на 1000 км, обусловленные разницей физико-географических условий и палеогеографической истории. Западная часть Таймыра и

Путорана лежат в области влияния более мягкого атлантического климата, а гористые внутренние и восточные районы – в области континентального сибирского антициклона. В периоды плейстоценовых оледенений и осушения части шельфа шло насыщение флоры восточного Таймыра восточноазиатско-американскими континентальными видами вдоль гористых полярных выступов суши. Флора запада Таймыра, напротив, в послеледниковое время испытала мощный поток миграции бореальных видов по долине Енисея, а также западносибирских и североευропейских по Северо-Сибирской низменности, отсюда здесь много видов, находящихся на восточном пределе ареала.

При проведении границ на местности мы руководствовались не только результатами кластеризации, и сравнения матриц сходства систематического состава и географической структуры ЛФ и РФ, но и ландшафтными картами, составленными на основе натурных исследований и дешифрирования спутниковых снимков. Учитывалось также наличие дифференциальных и кодифференциальных видов. Выделились 2 «генеральных» границы – меридианальная, в целом соответствующая Енисейской биогеографической границе и широтная, разграничивающая собственно арктическую флористическую область и бореальную, включая область арктобореального экотона. В пределах бореальной области выделена 1 провинция – южнотаймырско-Путорано-Анабарская гипоарктическая с 2 подпровинциями: западной Путоранско-Енисейско-Пясинской южнотундрово-северотаежной (1 округ, 2 района) и восточной Хетско-Хатангско Попигайской (2 округа – горнотундрово-северотаежный с 4 районами и горнолесотундрово-южнотундровый с 2 районами). В пределах арктической области – 1 провинция, соответствующая схеме Б.А. Юрцева и др., (1978), но ее граница проходит в нашем случае севернее. В ее состав входят 2 округа а) Енисейско-Хатангский типично-тундровый с 2 подокругами: Быррангским горно-предгорным и Енисейско-Хатангско-Балахнинским предгорно-равнинным (3 района); б) Карско-Лаптевский арктотундрово-полярнопустынный также с 2 подокругами: Северотаймырским арктотундровым (2 района) и Челюскинско-островной полярнопустынный (2 района).

Результаты проведенного районирования, выявление и сравнительный анализ отдельных фитоценозов западного и восточного секторов показывают неоднородность флоры территории Таймырского района. Между ними проходит естественная флористическая граница, отделяющая европейско-западносибирскую флору от восточноазиатской в пределах как арктической, так и гипоарктической областей.

Список литературы

Флора Таймыра. Информационно-справочная система [Электронный ресурс]. URL: <http://byrranga.ru>

Юрцев, Б.А., Толмачев, А.И., Ребристая, О.В. (1978) Флористическое разграничение и разделение Арктики // *Арктическая флористическая область*. Л., 9–104.

Юрцев, Б.А. (2006) Использование индексов региональной встречаемости и региональной активности для ботанико-географического анализа растительного покрова. *Ботанический журнал*. 91, 3: 375–392.

Ботанико-географические особенности пойменных дубрав Верхнего Поднепровья и проблема зональности пойменных лесов

Семенищенков Ю.А.

yuricek@yandex.ru

г. Брянск, Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

Пойменные широколиственные леса – характерный тип растительности речных долин юга лесной зоны, являющийся конечным этапом сукцессионного преобразования краткотопляемых пойм (Растительность..., 1980). Следуя общеизвестным представлениям, пойменная растительность, в том числе и лесная, азональна, но несет черты той зоны, где она представлена. Это обстоятельство позволяет считать растительность пойменных лесов «азонально-зональной» (Алехин, 1954). Интересным является подтверждение данного представления на примере крупного природного региона – Верхнего Поднепровья.

В контексте флористической классификации, разработанной авторами на основе массива из 87 геоботанических описаний, пойменные дубравы Поднепровья относятся к единой асс. *Filipendulo ulmariae-Quercetum roboris* Polozov et Solomeshch in Semenishchenkov 2015, которая первоначально рассматривалась в составе союза *Alnion incanae* Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928 и класса широколиственных и хвойно-широколиственных мезофитных лесов умеренной зоны западной Палеарктики *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937. Ныне он считается синонимом валидно установленного класса мезофитных широколиственных лесов температурной Европы, Анатолии, Кавказа и Южной Сибири *Carpino-Fagetea* Jakucs ex Passarge 1968. Однако пойменные леса не в полной мере удовлетворяют дефиниции этого класса, в первую очередь из-за того, что они не являются мезофитными. В настоящее время эти леса относят к союзу *Fraxino-Quercion roboris* Passarge 1968 в составе класса «прибрежных галерейных лесов Евросибирского и Средиземноморского региона» (Mucina et al., 2016; пер. с англ.) *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968, что отражает широкое географическое распространение его сообществ. Можно лишь отчасти согласиться с данной дефиницией класса, так как пойменные леса не всегда являются прибрежными, так же, как и галерейными, что подразумевает, вероятно, их распространение вдоль речных долин. Тем не менее выделение пойменных широколиственных лесов в самостоятельный класс мы считаем оправданным как экологически, так и флористически.

Спектр геоэлементов асс. *Filipendulo-Quercetum*, объединивший 293 вида сосудистых растений, хорошо соответствует географическому положению изучаемых сообществ у границы Евразийской таежной и Европейской широколиственнолесной ботанико-географических областей, которые на данной территории практически соответствуют таежной и широколиственнолесной зонам (Растительность..., 1980; Семенищенков, 2018). Более 20% видов в составе ценофлоры представляют неморальный геоэлемент; значительно участие суббореальных видов; присутствуют бореальные виды. Разнообразие эдафических условий и гидрологического режима в пойме делает возможным существование в пойменных лесах ряда ксерофильных и ксеро-мезофильных южносибирских и субпонтических видов.

Данное соотношение зональных геоэлементов сильно напоминает аналогичные спектры зональных широколиственных лесов бассейна Верхнего Днепра (Семенищенков, 2016), однако отличительной от лесов других союзов особенностью ценофлоры пойменных дубрав является наиболее широкое участие полизональных видов, формирующих азонально-зональную растительность в регионе, на фоне снижения доли видов зональных геоэлементов. В составе 6 долготных групп полизонального флористического комплекса преобладающей по числу видов является средиземноморско-бореальная, которую представляют как широко распространенные характерные виды пойменных лесов (*Glechoma hederacea*, *Lysimachia vulgaris*, *Urtica dioica*, *Ranunculus repens*, *Veronica longifolia* и др.), так и типичные виды сырых и свежих лугов (*Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Centaurea jacea*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Heracleum sibiricum*, *Lathyrus palustris*, *Phleum pratense*, *Poa angustifolia*, *Poa pratensis*, *Potentilla*

erecta, *Prunella vulgaris*, *Thalictrum flavum*, *Vicia cracca* и др.). Весьма представительны и средиземноморско-температные виды, среди которых многие являются характерными для сырых лугов и лесов (*Carex riparia*, *Geum rivale*, *Humulus lupulus*, *Kadenia dibia*, *Lycopus europaeus*, *Myosoton aquaticum*, *Symphytum officinale* и др.).

Приведенный характер спектра свидетельствует в пользу дифференциации пойменных лесов на уровне высших единиц растительности. Однако объединение в общий союз ***Fraxino-Quercion*** разнообразных по географическому составу ценофлор лесов Европы пока вызывает сомнение. В связи с этим обращает на себя внимание широкая представленность в ценофлоре пойменных лесов изучаемого региона евро-западноазиатских и евро-западносибирских видов, многие из которых имеют смещенные к востоку центры ареалов. В целом в составе пойменных лесов из Центральной Европы (широко распространенная асс. ***Ficario-Ulmetum minoris*** Knapp 1942 em. J. Mat. 197) отмечается целый комплекс отсутствующих в Верхнем Поднепровье видов-ценообразователей, в том числе преимущественно центрально- и западноевропейских деревьев и кустарников, а также многих видов травянистых растений.

В качестве географически значимых обращают на себя внимание несколько маркерных видов в составе ценофлоры пойменных лесов. В Южной части Брянской области, в полосе перехода от широколиственно-лесной зоны к лесостепной в сообществах пойменных дубрав отмечается редкий в Нечерноземье России европейский температурно-сарматский вид *Ulmus minor*, представленный здесь у северной границы сплошного распространения. Практически исключительно с речными долинами связан и *Euonymus europaea* – типичный и массовый вид в плакорных широколиственных лесах лесостепи и юга широколиственно-лесной зоны. В Южной части Калужской и на севере Брянской областей в пойменных лесах встречаются локально имеющие высокое ценотическое значение *Lunaria rediviva* и *Matteucia struthiopteris*, постепенно редкие к югу и становящиеся исключительно редкими при переходе из зоны широколиственных лесов в лесостепь. Такая же тенденция характерна и для типичных видов широколиственных лесов Полесской подпровинции *Ajuga reptans*, *Galeobdolon luteum* и *Stellaria nemorum*, к северу Курской области при переходе в лесостепную зону становящихся исключительно редкими. Приуроченность перечисленных маркерных видов к речным поймам у границ их ареалов служит подтверждением общеизвестному правилу замещения В. В. Алехина, а в контексте изучения пойменной растительности может быть обозначена в будущем в качестве отдельной закономерности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-44-320003 р_а «Многолетняя динамика и механизмы восстановления пойменных широколиственных лесов в бассейнах рек Десны и Сожа».

Список литературы

Алехин, В.В. (1951) Основные закономерности растительного покрова СССР // Растительность СССР в основных зонах. 2-е изд. / Под общ. ред. С. С. Станкова. Советская наука, Москва. С. 66–81.

Растительность европейской части СССР (1980) Наука, Ленинград. 429 с.

Семенищенков, Ю.А. (2016) Эколого-флористическая классификация как основа ботанико-географического районирования и охраны лесной растительности бассейна Верхнего Днепра (в пределах Российской Федерации). Дис. ... докт. биол. наук. Башкирский гос. ун-т, Уфа. 558 с.

Семенищенков, Ю.А. (2018) Ботанико-географическое районирование российской части днепровского бассейна. РИО БГУ, Брянск. 60 с.

Mucina, L. et al. (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. Appl. Veg. Sci. 19 (Suppl. 1): 3–264.

Коллекции Гербария Московского университета

Серегин А.П., Ахметжанова А.А., Баландина Т.П., Гамова Н.С., Дудов С.В., Дудова К.В.,
Шведчикова Н.К.

botanik.seregin@gmail.com

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

В данном сообщении кратко охарактеризованы коллекции Гербария Московского университета.

Гербарий Московского университета (MW) занимает 63-е место в мире по объему фондов. Статистика о состоянии коллекций, приведенная ниже, дана на конец 2018 г. – время, когда мы ежегодно подводим итоги работ в Гербарии. Знаменательное событие в истории Гербария Московского университета произошло 7 июня 2016 г. Обширное новое включение образцов в отдел Восточной Европы позволило достичь в тот день небывалой цифры: основные фонды Гербария МГУ пополнились, наконец, миллионным образцом.

В общей сложности, Гербарий Московского университета насчитывает сейчас 1 047 009 образцов – сосудистых растений и мохообразных. Это точное число известно благодаря оцифровке гербарных фондов, которая была осуществлена в 2015–2018 гг. по проекту "Ноев Ковчег" (грант РФФИ № 14-50-00029). Ближайшими "конкурентами" в мировом рейтинге по числу образцов являются гербарии Висконсинского университета, США (WIS), в котором насчитывается 1 078 000 образцов, и Национального политехнического института, Мексика (ENCB), где хранится 1 080 000 образцов. Впрочем, все эти цифры подвижны и довольно быстро устаревают.

Ежегодный прирост фондов в Гербарии Московского университета уже несколько лет держится на отметке около 20 тыс. образцов. В 2016 г. в коллекции было включено 22 013 листов гербария и образцов мхов, в 2017 г. – 19 416, в 2018 г. – 16 340. При этом прирост фондов в 2016 г. был рекордным за все время точного учета новых поступлений, который был начат в 1990-е гг.

Такой заметный рост связан не только с активностью ботаников Московского университета (которые обеспечивают не более половины роста коллекций), сколько с активным поступлением гербарных сборов от сторонних ботаников и организаций. Особенно важно отметить полную передачу в наши фонды небольших, но важных гербариев: лаборатории устойчивости лесных экосистем Костромского университета (2016 г.), Бадхызского заповедника (2017 г.), Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН в г. Пущино (2018 г.), Музея природы в г. Владимире (2019 г.). Передача малых гербариев в более крупные – мировая тенденция, и, слава богу, что оставшиеся без попечения коллекции не отправляются на свалку.

Крупнейшим отделом Гербария МГУ является **Восточная Европа**, которая включает Европейскую Россию (без Крыма и Кавказа), Украину, Белоруссию, Молдавию и страны Прибалтики. Сейчас здесь насчитывается 368 617 образцов. Традиционно самым представительным районом гербария является Московский регион (город и область) – 73 160 образцов, Центральный район – 51 075, Центральный лесостепной район – 47 465, Северный район – 36 993, Нижневолжский район – 22 850. Столь обширные московские коллекции специально исследуются сейчас по гранту РФФИ "Информационная система "Флора Москвы" на платформе Цифрового гербария МГУ" (19-34-70018 мол_а_мос).

Вторым по размерам является отдел **Сибири и Дальнего Востока**, в который включено 165 476 гербарных образцов. Тенденции последних лет показывают, что ежегодный прирост фондов из Азиатской России почти сравнялся с новыми включениями из Восточной Европы. Больше всего сборов хранится здесь с юга Дальнего Востока – 31 844, Алтай и Саян – 30 575, Чукотки и Камчатки – 25 031, Прибайкалья и Забайкалья – 24 836, Центральной Сибири – 20 047. Обширное включение 2019 г., состоящее из дублетов,

поступивших из объединенного Гербария Центрального сибирского ботанического сада РАН (NS+NSK), как ожидается, выведет в лидеры Алтае-Саянский регион.

Третьим по числу образцов Гербария является отдел **Кавказа**. Здесь насчитывается 100 668 образцов сосудистых растений. Естественно, большинство коллекций представлено с территории России. Традиционный район гербария "Северный Кавказ" из-за этого пришлось поделить на три части для более эффективного доступа к коллекциям. Сейчас больше всего сборов представлено из района К16 (Ставропольский край, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария) – 18 930 листов, К6 (Азербайджан) – 14 876, К1а (Краснодарский край и Адыгея) – 14 682, К5 (Армения) – 10 668, К4 (Грузия) – 9 016. Большие и, при том, стремительно растущие коллекции Западного Кавказа специально изучаются сейчас по гранту РФФИ "Самая богатая региональная флора России: информатика биоразнообразия сосудистых растений Краснодарского края" (19-44-233012 р_мол_а).

Очень важным и интересным отделом Гербария МГУ является отдел **Средней Азии**, в котором хранится 97 141 образец. Сейчас больше всего сборов хранится у нас из Западного Тянь-Шаня (и Каратау) – 22 420 образцов, Памира и Памиро-Алай – 17 069, Северного и Центрального Тянь-Шаня – 12 980. Границы районов в этом отделе не совпадают с государственными границами. По странам Средней Азии объемы наших фондов таковы: Казахстан – 50 309 образцов, Киргизия – 17 503, Узбекистан – 10 622, Туркменистан – 10 317, Таджикистан – 9 551. Продолжается ежегодное пополнение фондов этого отдела за счет передачи многочисленных материалов группы М.Г. Пименова из Ботанического сада МГУ. Не будет исключением и 2019 г.

Отдел **Западной Европы** насчитывает на сегодняшний день 40 481 образец. Этот отдел не районирован. В основном, он сформировался за счет обмена между отдельными коллекционерами 19 века и крупными учреждениями в 20 веке. Впрочем, оригинальные коллекции сотрудников Московского университета могут составить при окончательном учете 20% отдела.

Отдельно в Гербарии МГУ хранится гербарий **Крыма**, который находится в идеальном состоянии, благодаря усилиям Н.К. Шведчиковой. Сейчас здесь насчитывается 32 748 образец, в т.ч. около 2 100 образцов, включенных в коллекцию за последние шесть лет.

Отдел **Монголии** со времени полевых работ И.А. Губанова находится, де-факто, в законсервированном состоянии и лишь случайно пополняется за счет дублетов. Сейчас здесь хранится 27 341 образец. Напротив, отдел **Зарубежной Азии** (без Средней Азии и Монголии), который насчитывает 24 681 образец, продолжает стремительно расти, прежде всего, за счет исследовательских миссий во Вьетнаме. Здесь рост фондов за шесть лет составил 4 100 образцов. Небольшая коллекция растений **Америки** (как Северной, так и Южной) хранится в учебной аудитории 502. Здесь имеется 12 236 образец, полученных, преимущественно, по линии международного обмена. В последнее время значительно пополнился гербарий **Африки** за счет разбора многочисленных коллекций В.Н. Павлова и Д.А. Петелина из Эфиопии. Сейчас африканский отдел состоит из 9 057 образцов, что на 2 300 больше, чем в конце 2012 г.

На **прочие коллекции сосудистых растений** приходится 87 194 образца. Это типовой гербарий, сборы из Австралии и Океании, специальная коллекция В.Н. Тихомирова "Herbarium Alchemillarum", гербарные образцы из ботанических садов и дендрариев, а также многочисленные исторические коллекции (самые важные из них – коллекции Георга Гофмана, Фридриха Эрхарта, Карла Триниуса, отца и сына Форстеров, а также коллекции, имеющие отношение к Карлу Линнею).

Гербарий мохообразных состоит из мхов (77 410 образцов) и печеночников (3 959 образцов). Самыми представительными являются при этом сборы из Средней Сибири (Красноярский край, Тыва и Хакасия) – 8 457 образцов, Северного Кавказа и Предкавказья – 7 691, Центральное Нечерноземье (без Москвы и Подмосковья) – 7 580, юга Дальнего Востока – 7 279, Западной Европы – 7 025.

Сейчас гербарий постоянно монтируют три человека, иногда к ним присоединяется один–два дополнительных сотрудника. В связи с оцифровкой фондов, порядок действий при включении новых коллекций сейчас такой. Поступающие пачки немонтированного гербария промораживаются (не менее 5 дней), затем поступают в монтировку, после которой раскладываются по отделам гербария и хранятся до августа – сентября. В конце лета многочисленные пачки вновь смонтированного гербария сортируются – по индексам родов, далее по алфавиту видов и, наконец, по районам. Аккуратно отсортированный массив снабжается штрихкодами, которые и позволяют узнать точное число включений этого года. После этого растения сканируются и, наконец, ждут раскладки, которая занимает зиму и весну. Большие объемы одновременных включений компенсируются тем, что их быстрее вкладывать – в каждую фондовую пачку отправляется не один случайный лист, а 5–10 образцов.

Проблемой гербария, как и прежде, остается острейшая нехватка места для размещения новых коллекций. Это трудно представить, но Гербарий занимает ровно те же залы, что и после переезда в здание на Ленинских горах в 1953 г. При этом объемы фондов выросли почти вдвое. Это привело к переполненности шкафов, выносу части коллекционных фондов в коридоры и учебные аудитории, хранению части фондов в непригодных для этого шкафах. Различные операционные процедуры, требующие много места (сортировка образцов, сушка клеевой бумаги, разбор дублетов) давно осуществляются в обширных коридорах биофака.

В 2017 г. по Программе развития Московского университета на все стандартные шкафы Гербария были установлены антресоли в виде четвертого яруса, а также 8 дополнительных шкафов. Емкость хранилища выросла на 15% (примерно на 192 тыс. образцов), но при нынешних темпах роста этого хватит лишь на восемь лет.

* * *

Исходя из размеров и научной деятельности того или иного гербария, за ними закрепляется право определенного количества голосов на Номенклатурной секции Международного ботанического конгресса. Цель заседаний Номенклатурной секции – внесение текущих изменений в "Международный кодекс номенклатуры водорослей, грибов и растений". На Конгрессе в г. Шэньчжэне, КНР (июль 2017 г.) за российскими Гербариями было закреплено 24 голоса из 926, в т.ч. три голоса за Гербарием МГУ – это на один голос больше, чем в 2011 году.

Цифровой гербарий МГУ: таймлайн проекта

Серегин А.П.

botanik.seregin@gmail.com

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

В данном сообщении кратко охарактеризован ход работ по созданию Цифрового гербария МГУ – крупнейшей российской базы данных о биоразнообразии, онлайн-зеркала наших коллекций, одного из крупнейших цифровых гербариев мира. Одновременно и очень радостно, и очень трудно кратко рассказать об огромной работе, которая ведется под моим руководством над Цифровым гербарием МГУ. Тот, кто следит за нашим проектом, знает его основные вехи и имеет общее представление о базе данных. Для тех, кто впервые об это слышит, сжатое изложение вряд ли даст представление о сложности и масштабе работ. Поэтому я выберу жанр таймлайна, опираясь на хронологию сообщений в нашем блоге (https://vk.com/mw_herbarium).

20.08.2014 – П.А. Каменский (в будущем – заместитель Проректора МГУ) сообщает мне о предложении декана биофака МГУ М.П. Кирпичникова возглавить ботаническую часть заявки на грант РНФ "Научные основы создания Национального банка-депозитария живых систем" (по конкурсу комплексных научных программ организаций). В течение следующих десяти дней из 10 заявок, поступивших от ботанических кафедр и ботанического сада МГУ, формируется единая программа работ на четыре года. Из девяти научных групп одна ("Гербарий") имеет перед собой задачу оцифровки фондов Гербария МГУ.

2.09.2014 – Гербарий МГУ становится одним из первых российских учреждений, зарегистрированных в качестве поставщика данных в Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Спустя 16 дней в GBIF появился первый опубликованный набор данных "A grid-based database on vascular plant distribution in the Meshchera National Park, Vladimir Oblast, Russia" (Seregin, 2014).

18.11.2014 – стало известно, что заявка МГУ, которую лично возглавил Ректор В.А. Садовничий, прошла конкурсный отбор. Окончательно формируется коллектив, между пятью направлениями ("Растения", "Животные", "Микроорганизмы и грибы", "Биологическая информация", "Биоматериал человека") распределяется финансирование. Проект получает название "Ноев ковчег".

2.12.2014 – первые контакты с корпорацией ЭЛАР, которая станет в дальнейшем нашим многолетним партнером по оцифровке коллекций Гербария МГУ.

23.12.2014 – GBIF-совещание на биологическом факультете МГУ, организованное Д. Щигелем. Сотрудничество Гербария и GBIF становится постоянным. Спустя три года Гербарий Московского университета станет крупнейшим владельцем GBIF-данных о биоразнообразии России и крупнейшим поставщиком сведений для GBIF из числа российских организаций.

31.12.2014 – подписано соглашение между МГУ и РНФ о начале финансирования проекта. Общий объем финансирования со стороны Фонда – 750 млн рублей до конца 2018 года. Одна девятая от одной пятой этих средств пойдет в Гербарий.

18.04.2015 (суббота) – я пришел в Гербарий МГУ один, чтобы в спокойной обстановке приклеить первую катушку штрихкодов. К концу дня стало ясно, что живой человек с учетом мелкой дополнительной работы по приведению коллекций в порядок вряд ли сможет приклеивать больше 1 тыс. штрихкодов в день. Уже на конец мая было запланировано начало работ по сканированию. А, значит, нам предстояло спешить. В итоге, за год "на штрихкодах" у нас проработало 63 человека, но 30% работы все же выполнили пятеро штатных сотрудников Гербария.

18.05.2015 – ЭЛАР завез в Гербарий МГУ оборудование. Спустя несколько дней в аудитории 401 (нижний зал Гербария) за тремя сканерами по 10–11 часов в день стояли

операторы ЭЛАРа, прошедшие инструктаж. Каждый день по 2,5–3 тыс. файлов добавлялись в библиотеку цифровых изображений. Эта работа длилась почти полгода – до декабря. За 2015 г. было оцифровано 502 тыс. образцов из отделов Сибири и Восточной Европы – чуть больше половины гербария. Почти все время вместе с сотрудниками ЭЛАРа бок о бок клеили штрихкоды сотрудники и студенты МГУ.

3.03.2016 – стала доступной первая версия портала Цифрового гербария МГУ (<http://bio.labinform.ru/>). Его сделала команда направления "Биологическая информация" гранта РНФ. В него был залит отдел Сибири и Дальнего Востока общим объемом около 155 тыс. образцов. Спустя пару месяцев общения с разработчиками и обсуждения дальнейших действий стало ясно, что IT-команда не готова работать в качестве девелоперов, а лишь следуют техническому заданию. Проект bio.labinform.ru был признан непригодным для наших целей, и мы начали сотрудничество с командой "Проекта Скулачева".

7.06.2016 – в фонды Гербария Московского университета вложен миллионный образец!

15.08.2016 – начат второй этап оцифровки Гербария МГУ. Корпорации ЭЛАР предстояло оцифровать в тот год 284 000 образцов из отделов Кавказа, Крыма, Монголии, Зарубежной Азии, Herbarium Alchemillarum и типовые образцы (215 тыс. образцов), а также этикетки с конвертов гербария мхов (73 тыс. образцов).

17.10.2016 – открыт доступ к новому portalу Гербария МГУ (<https://plant.mitotech.ru/>), который, развиваясь, и является сейчас платформой Цифрового гербария МГУ. В тот день он содержал 501 892 скана образцов из отделов Восточной Европы и Сибири, оцифрованных в 2015 г. Поиск и сортировка на больших выборках висли, но альфа-версия удалась. Разработку выполнила команда "Проекта Скулачева", осуществив титаническую работу с нуля.

26.11.2016 – переезд portalа Цифрового гербария МГУ на современный адрес в доменной зоне Московского университета (<https://plant.depo.msu.ru/>).

23.01.2017 – сообщение о работе portalа Цифрового гербария МГУ прошло по лентам ведущих информационных агентств (например, <https://tass.ru/nauka/3963062>).

9.02.2017 – Цифровому гербарии МГУ предоставлены мощности Центра обработки данных МГУ.

4.03.2017 – Кавказский гербарий опубликован на portalе <https://plant.depo.msu.ru/>. Таким образом, целиком завершена онлайн-публикация гербарных коллекций с территории России. На тот момент Цифровой гербарий МГУ обеспечивал доступ к 688 568 сканам.

11.07.2017 – Цифровой гербарий МГУ теперь "говорит" по-русски! В тот день мы загрузили базу данных русских названий растений.

29.07.2017 – первые 1 207 этикеток стали доступны в Цифровом гербарии МГУ в виде полнотекстовой базы данных. Был сделан первый шаг по очень длинной дороге по полной оцифровке текстовых данных с этикеток Гербария Московского университета. За несколько дней до этого в системе появились и первые геопривязки – 2 910 штук из Средней России.

1.09.2017 – начат третий этап сканирования Гербария МГУ, который продлится два месяца. В планах была оцифровка 120 000 образцов – 94 000 образцов из отдела Средней Азии, 12 000 образцов из отдела Америки и 14 000 образцов новых включений (Восточная Европа, Сибирь и ДВ, Зарубежная Азия, Африка, Крым, Кавказ). Кроме того, предстояло отсканировать этикетки с конвертов печеночников. Кроме того, была составлена полнотекстовая база данных 45 000 образцов из отделов Крыма и Кавказа.

12.09.2017 – преодолен пяти тысячный рубеж по числу загруженных в систему этикеток и геопривязок. Статистика на тот день была такой: привязано к карте – 5 707 штук, загружено этикеток – 5 217 штук.

21.10.2017 – в Цифровой гербарий МГУ внедрена система автоматической геопривязки ИСТРА (Интеллектуальная Система Топонимического Распознавания и Атрибутирования), которая группирует образцы по совпадающему тексту этикеток или по

совпадению пары "дата сбора"/"коллектор". Таким образом, резко увеличилась эффективность геопривязки отдельных образцов.

2.11.2017 – в GBIF опубликован набор данных "Moscow University Herbarium (MW)" общим объемом 786 145 образцов. Россия стала крупнейшим поставщиком электронных данных о биоразнообразии со своей территории. Сейчас этот массив включает 1 002 455 образцов, для которых учтено 58 цитирований.

14.03.2018 – мы опубликовали в Цифровом гербарии МГУ OCR 55 467 образцов мхов. За несколько месяцев до этого Яндекс, проиндексировав 786 тыс. сканов Гербария МГУ для сервиса Яндекс.Картинки, прогнал наш массив через эту процедуру. Все печатные символы, слова и предложения, которые программа распознала на этикетках, стали использоваться для индексации изображений. Мхи, этикетки которых были отсканированы без открывания конвертов, проиндексировались почти идеально. У нас появилась уверенность в том, что в будущем мы самостоятельно осуществим OCR и опубликуем результаты на портале. В течение пяти суток на мощностях Центра обработки данных МГУ с помощью программного продукта Tesseract проходила обработка и распознавание этикеток 77 тыс. сканов образцов мхов. Результаты чистились с помощью наших собственных скриптов, которые находили и убрали строки нераспознанной абракадабры рукописного текста.

13.04.2018 – запущен OCR гербария сосудистых растений.

9.07.2018 – в Цифровой гербарий МГУ залиты данные о дате сбора и коллекторе для 80% образцов. По сути, эти данные введены для всех образцов, в которых единственная дата сбора и фамилия коллектора были указаны ясно и полно. Эта работа осуществлялась операторами корпорации ЭЛАР в мае–июне 2018 г. На следующий день система ИСТРА автоматически привязала к карте 63 тыс. образцов и общее число геопривязок перевалило за 200 тыс., составив 217 971 штук – каждый четвертый оцифрованный образец Гербария МГУ получил метку на карте.

18.09.2018 – начат четвертый этап сканирования Гербария МГУ, который продлится два месяца. В планах была оцифровка отделов Западной Европы (40 000 образцов), Австралии и Океании (3 300 образцов), а также новых включений.

23.09.2018 – на 12-й ежегодной Вики-конференции в Санкт-Петербурге Цифровой гербарий МГУ стал лауреатом Вики-премии 2018 в категории «Свободные знания» с формулировкой "за важный вклад в глобальную коллекцию знаний о биоразнообразии". Цифровой гербарий МГУ незадолго до этого целиком перешел на лицензию CC-BY 4.0.

30.10.2018 – корпорацией ЭЛАР была отсканирована последняя пачка фондовой коллекции Гербария МГУ – сложноцветные Австралии и Океании. Работы по оцифровке коллекции (точнее, созданию библиотеки графических образов) полностью завершены.

7.12.2018 – Цифровой гербарий МГУ стал обладателем Премии Русского географического общества в номинации «Лучший научный проект». В торжественной церемонии награждения, проходившей в Кремле, принял участие Президент РФ В.В. Путин.

31.12.2018 – окончание гранта РНФ "Научные основы создания Национального банка-депозитария живых систем" (проект МГУ "Ноев ковчег").

30.03.2019 – заливка гигантского массива из 144 тыс. этикеток, ввод которых был осуществлен корпорацией ЭЛАР в 2018 г. Цифровой гербарий МГУ включает 974 289 образцов, 968 033 изображений, 37 782 видов, 373 163 геопривязки, 297 497 этикеток. Все данные, полученные по проекту "Ноев ковчег" опубликованы онлайн.

9.07.2019 – Цифровой гербарий МГУ включает 1 002 032 образцов, 993 585 изображений, 37 857 видов, 409 916 геопривязок, 314 257 этикеток. Работы продолжаются!



Лесоведение

Синтаксономическая дифференциация гемибореальных сибирско- и гмелинолиственничных лесов

Аненхонов О.А.

anen@yandex.ru

Улан-Удэ, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Леса, образованные лиственницей сибирской – *Larix sibirica* Ledeb. и л. Гмелина – *L. gmelinii* (Rupr.) Kuzen., в забайкальской части их ареала отнесены в системе эколого-флористической классификации к гемибореальному классу *Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae* K. Korotkov et Ermakov 1999, а в его составе – к двум порядкам (*Festuco ovinae-Laricetalia sibiricae* I. Korotkov et Ermakov 2000, *Carici pediformis-Laricetalia sibiricae* Ermakov in Ermakov et al. 1991) и двум союзам (*Festuco altaicae-Laricion sibiricae* I. Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000, *Pulsatillo turczaninovii-Pinion sylvestris* Ermakov 2000, соответственно). Оба этих союза, согласно их автору (Ермаков Н.Б. Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Континентальные гемибореальные леса. Классификация и ординация. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 232 с.), отличаются друг от друга флористически – различиями в составе травяного яруса, а также экологически: первый представляет более криофитные леса на мерзлотных почвах, второй – леса умеренно теплых местообитаний с песчаными и супесчаными почвами.

В составе союза *Festuco altaicae-Laricion sibiricae* выделено два подсоюза *Festuco altaicae-Laricenion sibiricae* Ermakov 2000 и *Fragario orientalis-Laricenion sibiricae* Ermakov in Ermakov et al. 2000 (Ермаков, 2003). Лишь две ассоциации (*Fragario orientalis-Laricetum sibiricae* и *Geranio wlassoviani-Laricetum sibiricae*), предварительно выделенные нами в составе этого союза (Аненхонов, Королюк, 2011) могут быть относительно уверенно отнесены ко второму из этих подсоюзов. В остальных же ассоциациях прослеживаются флористические и экологические различия, наблюдаемые как в географических группах (например, между сообществами с Икатского хребта и сообществами бассейна р. Селенги), так и между сообществами сибирсколиственничных и даурсколиственничных лесов (и сукцессионно связанных с последними березовых лесов) лесостепи. По моему мнению, это может служить основанием для отделения сообществ данного союза из бассейна р. Баргузин, а также даурсколиственничных сообществ мерзлотной лесостепи в самостоятельные подсоюзы, и, вместе с тем, некоторой корректировки объема и диагноза подсоюза *Fragario orientalis-Laricenion sibiricae*. В настоящей работе дифференциацию сообществ из бассейна р. Баргузин я не рассматриваю.

Дополнительным аргументом в пользу выделения сибирско- и гмелинолиственничных лесов в отдельные подсоюзы может служить то, что в литературе издавна и неоднократно подчеркивается тот факт, что эти два вида *Larix* отчетливо различаются в экологическом отношении (см. например, Круклис, Милютин, 1977). По данным Л.П. Рысина (2010: 16), «лиственница сибирская растёт на хорошо прогреваемых и дренируемых террасах рек, лиственница Гмелина – в узких и холодных распадках, а древостои лиственницы Чекановского занимают горные склоны северных экспозиций». Однако, при этом, в системе эколого-фитоценотической классификации выделенные категории (типы леса, ряды, ассоциации), в силу использования доминантов, жизненных форм, экотопологической приуроченности в качестве критериев, включают одновременно как сибирско- так и гмелинолиственничные леса (Моложников, 1986; Рысин, 2010; и др.). Недостаток информации о флористическом составе этих подразделений не позволяет дать детальную оценку степени их однородности. Вместе с тем, Г.А. Пешкова, отметив общее сходство типологического состава лесов из *Larix sibirica* и *L. gmelinii*, подчеркнула, что «леса из лиственницы Гмелина имеют ряд особых типов» (Пешкова, 1985: 53).

Таким образом, в дополнение к вышеуказанному подсоюзу в составе *Festuco altaicae-Laricion sibiricae*, мне представляется возможным предложить следующие два подсоюза: гемикриоксеромезофитные гмелинолиственничные травяные леса – *Bupleuro sibirici-*

Laricenion gmelinii suball. nov. prov.; ксеромезофитные сибирсколиственничные травяные леса – *Aizopsido aizooni-Laricenion sibiricae* suball. nov. prov. В качестве диагностических видов для первого подсоюза предварительно выделены следующие: *Larix gmelinii*, *Adenophora coronopifolia* Fisch., *Bupleurum sibiricum* Vest, *Galium ruthenicum* Willd., *Vicia amoena* Fisch. Для второго подсоюза диагностическими видами могут быть, в частности: *Larix sibirica*, *Aizopsis aizoon* (L.) Grulich, *Iris ruthenica* Ker Gawl.

Географически два предлагаемых подсоюза, вероятно, могут быть разделены границей между ареалами *Larix sibirica* и *L. gmelinii*, которая в Южном Забайкалье (южнее хр. Улан-Бургасы) проходит субмеридионально, широкой полосой в пределах приблизительно от 108° до 111° в.д. Для детализации конфигурации границ недостаточно данных и, возможно, такая задача невыполнима при современных методах и средствах. Однако, вопрос о географических границах между этими подсоюзами сложен не только из-за нехватки натурных сведений. Вообще, *Larix sibirica* и *L. gmelinii* имеют протяженную полосу контакта их ареалов с севера на юг (местами субдолготно) пересекающую всю Северную Азию. В этой полосе между ними наблюдается интрогрессивная гибридизация с образованием *Larix czekanowskii* Szafer (Круклис, Милютин, 1977). В составе гибридной зоны выделяются «восточная», «центральная» и «западная» подзоны. В первой преобладает *L. gmelinii* и встречаются близкие к ней гибриды; в третьей – наоборот преобладает *L. sibirica* и встречаются близкие к ней гибриды; в центральной – представлены оба родительских вида и особи со всеми возможными комбинациями родительских признаков. Границы между подзонами весьма условны. На большей части своего протяжения контактная полоса проходит в зоне бореальных таежных лесов, а в южной части (в некоторых районах Южного Забайкалья и в Северной Монголии) располагается в пределах зоны горной лесостепи. В классификационном отношении, при эколого-фитоценоотическом подходе, либо явно, либо неявно подразумевается, что леса, образованные гибридной *L. czekanowskii*, должны относиться к тем или иным типологическим подразделениям растительности, которые выделены на основе родительских видов. Это подтверждается при анализе обзорных работ, где лесные сообщества из *L. czekanowskii* отнесены к подразделениям вместе с родительскими видами (например, Моложников, 1986; и др.), либо указаний на типы леса из *L. czekanowskii* не содержится (например: Рысин, 2010; Пешкова, 1985; и др.), хотя сам факт гибридизации и промежуточность экологии этого нотовида упоминается. В классификациях лиственничных лесов на эколого-флористической основе также отсутствуют синтаксоны с *L. czekanowskii*. По всей видимости, сообщества, образованные *L. czekanowskii*, могут оказаться в составе как одного, так и другого из предлагаемых подсоюзов, либо в обоих одновременно. Вопрос же о возможности выделения самостоятельных синтаксонов из сообществ *L. czekanowskii* пока остается открытым.

Работа выполнена в рамках проекта АААА-А17-117011810036-3 и при поддержке гранта РФФИ № 18-44-030025.

Список литературы

Аненхонов, О.А., Королук, А.Ю. (2011) Синтаксономия и эколого-географические особенности лесных сообществ лесостепи Западного Забайкалья. Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Мат-лы Всеросс. конфер. БИН им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. С. 11–14.

Круклис, М.В., Милютин, Л.И. (1977) Лиственница Чекановского. Наука, Москва. 212 с.

Моложников, В.Н. (1986) Растительные сообщества Прибайкалья. Наука, Новосибирск. 272 с.

Пешкова, Г.А. (1985) Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Наука, Новосибирск. 145 с.

Рысин, Л.П. (2010) Лиственничные леса России. Товарищество научных изданий КМК, Москва. 343 с.

К характеристике популяционной биологии ели (*Picea* sp.) в северной тайге

Браславская Т. Ю.¹, Коротаев М. В.²

t-braslavskaya@yandex.ru

¹ Москва, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН;

² Архангельск, Северный (Арктический) федеральный университет

Виды рода *Picea* – зональные лесообразователи в позднесукцессионных сообществах таежной зоны; изучение их популяционной биологии в условиях малонарушенной среды обитания необходимо для обоснованной и рациональной организации лесопользования и охраны лесного покрова. Наши исследования проведены в малонарушенных лесных территориях Европейского Севера (подзона северной тайги – Пинежский район Архангельской области) на участках, которые были выбраны по признакам, позволявшим предполагать минимальное воздействие пожаров и лесозаготовок. Объект исследования рассматривается нами как *Picea* sp., поскольку в данном районе произрастают совместно и часто гибридизируют ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) и ель сибирская (*P. obovata* Ledeb.).

Для наблюдений за спонтанной динамикой ценопопуляций ели в старовозрастных ельниках (X класс возраста – 200 лет, согласно материалам лесоустройства) были в 2009 г. заложены 2 постоянные пробные площади (ППП) по 0,5 га. Одна ППП расположена в притеррасной пойме р. Кулой (65°9,37' с.ш. 43°37,54' в.д.), в сообществе субасс. *Aconito septentrionalis*–*Piceetum obovatae filipenduletosum ulmariae* Zaugolnova et al. 2009 (далее – пойменный ельник) на аллювиальной иловато-торфяной почве; участок ежегодно заливают воды весеннего паводка, после чего он переувлажнен большую часть лета; следы пожаров здесь не были выявлены ни в почвенном профиле, ни на стволах деревьев. Вторая ППП расположена в краевой части Двинско-Пинежского междуречья (64°30,33' с.ш., 42°54,58' в.д.), на территории Пинежского государственного заповедника, в сообществе зональной асс. *Empetro hermaphrodiiti*–*Piceetum obovatae* (Sambuk 1932) Morozova 2008 (далее – плакорный ельник) на подзолистой контактно-осветленной глееватой суглинистой почве, в профиле которой были обнаружены угли под подстилкой; здесь избыточное увлажнение обусловлено залеганием на глубине 40 см водоупора – глинистой морены. Первоначально исследования на ППП включали учет и маркирование всех живых и сухих стволов древесных видов с диаметром 2 см и более, картирование их оснований и горизонтальных проекций живых крон; у ели и березы (*Betula pubescens* Ehrh.) в каждой ступени диаметра были выборочно определены высоты и протяженности живых крон, взяты керны в основаниях стволов для определения календарного возраста; у деревьев ели в тех же выборках проверено наличие шишек. В 2013–2018 гг. на обоих ППП были проведены повторные учеты стволов всех древесных видов и дополнительные наблюдения формирования шишек у ели, увеличен объем выборок деревьев с известным возрастом (к настоящему времени: в плакорном ельнике – 145 елей, 24 березы; в пойменном ельнике – 300 елей, 63 березы). В момент начала наших исследований для подзоны северной тайги не были описаны диагностические признаки онтогенетических состояний ели, а полученные нами материалы еще не позволяли самостоятельно провести их описание; поэтому пока выполнен анализ преимущественно размерной и возрастной структуры ценопопуляций, а не онтогенетической.

Максимальный возраст ели, выявленный в результате исследований, оказался равен 268 лет в плакорном ельнике, 277 лет в пойменном ельнике. В обоих сообществах размерная структура ценопопуляций ели и березы типична для малонарушенных темнохвойных таежных лесов (Дыренков, 1984; Kuuluvainen, 1994; Бобкова, 2006): в диапазоне диаметров 2–30 см деревья распределены непрерывно и с сильно выраженной асимметрией (максимум – на диаметрах 4–9 см); распределение по высоте – тоже непрерывное в диапазоне 4–20 м и асимметричное. При этом анализ выборок деревьев ели, представляющих классы возраста с интервалом 20 лет (как принято в лесоустройстве), показал, что в диапазоне 40–120 лет асимметрия размерной структуры проявляется также и в каждом классе возраста: более половины деревьев имеют диаметр менее 8 см и высоту менее 5 м; можно заключить, что такие деревья ели развиваются не очень благополучно, по сравнению с остальными в каждом классе, имеющими больший размер.

Подобное соотношение распределений деревьев ели по диаметру и по возрасту, отражающее массовую задержку роста и развития, описывал С.А. Дыренков (1984) в переувлажненном среднетаежном ельнике чернично-долгомошном. В сообществах, исследованных нами, наиболее вероятная причина массовой задержки развития – произрастание деревьев в составе густых биогрупп смешанного видового состава, формирующихся на дренированных возвышениях микрорельефа. Ювенильные и иматурные растения ели, прижившиеся внутри таких биогрупп, угнетены в результате затенения, а прижившиеся на периферии биогрупп (на склонах микроповышений) – в результате стресса от переувлажнения. Но в последнем случае они также получают постоянную боковую подсветку из открытых пространств между биогруппами, благодаря чему способны выдерживать переувлажнение в течение многих десятилетий: у растущих в таких условиях елей при высоте не более 5 м возраст может достигать 210 лет.

В классах возраста старше 120 лет асимметрия распределения деревьев ели по диаметру сглажена или совсем не выражена (поскольку осталось меньше деревьев, испытывавших угнетение); при этом в обоих сообществах деревья старше 190 лет а) единичны, б) имеют далеко не самые крупные размеры.

В плакорном ельнике выявленный нами минимальный возраст вступления елей в генеративное состояние – около 60 лет (при высоте 6-7 м и диаметре 8-11 см, то есть при достаточно быстрых темпах развития и хорошей жизненности). Близкий возраст указан в недавно опубликованном описании онтогенеза ели в северотаежных мезофитных лесах Мурманской области (Ставрова и др., 2017). В пойменном (более переувлажненном) ельнике выявлено вступление ели в генеративное состояние в возрасте не менее 98-100 лет (при высоте около 10 м). Таким образом, у ели в сообществах северной тайги интервал поколений (соответствует продолжительности прегенеративного периода) составляет от 60 до 100 лет (3-5 классов возраста, выделяемых при лесоустройстве). При планировании лесопользования и мер, способствующих естественному восстановлению северотаежных ельников, важно принимать во внимание и выявленный минимальный размер нормально развивающихся генеративных деревьев ели (которые целесообразно обязательно сохранять во время проведения рубок).

Первоначальная (2009 г.) плотность ценопопуляций в плакорном ельнике: живых деревьев ели – 2838 шт./га, березы – 874 шт./га; в пойменном ельнике: ели – 1490 шт./га, березы – 520 шт./га. При этом в обоих сообществах число сухих (еще не упавших или упавших, но почти не разложившихся) деревьев ели и березы с диаметром более 20 см сопоставимо с числом аналогичных живых. В настоящее время ценопопуляции этих видов в обоих сообществах растут: в течение 9 лет повторные обследования выявили единичные случаи отмирания крупных деревьев (пока – только ели) и регулярное включение в учет десятков новых деревьев ели и березы с диаметром 2 см (во время предыдущих учетов они уже присутствовали, но еще не достигали учетного размера).

Для плакорного ельника, по итогам обобщения наблюдений за формированием шишек в разные годы (включая 2018 – год массового урожая семян), определен эффективный размер ценопопуляции ели, который составил около 25% от ее общей численности. Полностью охарактеризовать для этой ценопопуляции динамику эффективного размера результаты наших исследований пока еще не позволяют, но темпы его убыли можно оценить как очень низкие, судя по наблюдениям за отмиранием крупных деревьев (см. выше).

Список литературы

Дыренков, С.А. (1984) *Структура и динамика таежных ельников*. Наука, Л. 173 с.

Бобкова, К.С. (ред.) (2006) *Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции*. Наука, СПб. 337 с.

Ставрова, Н.И., Горшков, В.В., Мишко А.Е. (2017) Онтогенез ели сибирской *Picea obovata* (*Pinaceae*) в малонарушенных северотаежных кустарничково-зеленомошных сосново-еловых лесах *Ботанический журнал* 102(2): 163–185.

Kuuluvainen, T. (1994) Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. *Annales Zoologici Fennici* 31: 35–51.

Метод модельных растений при определении фитомассы напочвенного покрова в лесу

Ермолова Л. С.

ls_ermolova@list.ru

с. Успенское Московской обл., Институт лесоведения РАН

Комплексные биологические наблюдения помимо определения численности, размеров, поверхности особей травянистых растений в составе популяций должны включать оценку запасов их фитомассы и годичной продукции, как важных показателей работы экосистемы. Масса подпологовой растительности в лесу, несмотря на небольшую долю в сравнении с древесным ярусом, по содержанию элементов питания и быстрому их возврату в почву может в 2-3 раза превосходить древостой (Klink, Fröhlich, 2009). Подпологовая растительность вносит значительный вклад в общее листовое покрытие и газообмен насаждения. Так, в условиях сосняков брусничных вклад живого напочвенного покрова в общую надземную фитомассу насаждения составляет от 1,5 до 4%, но в сравнении с массой фотосинтезирующей фракции древостоя (хвои) достигает 23,6-45% (Курбанов, 2002).

Методы определения фитомассы травяного покрова начали разрабатываться на примере луговой и степной растительности в начале прошлого века. До сих пор для оценки фитомассы напочвенного покрова на ограниченных площадях в лесу применяют *прямую оценку* (метод укосов) и *корреляционные методы* (косвенные). При применении косвенных методов чаще используют связи между массой растений и площадью проективного покрытия доминантных видов (Ипатов, 1962; Раменский, 1966). Для учета покрытия на небольших площадях разработано несколько основных способов: 1. Метод картирования или зарисовок с последующей инструментальной оценкой площади покрытия отдельных видов считается наиболее точным, но он требует больших затрат труда и времени. 2. Глазомерная оценка с помощью сеточек Раменского, шаблонов и других приспособлений (Раменский, 1966). 3. Метод перехвата линий (англ.: «line interception method»). Доля покрытия вида рассчитывается как сумма отрезков линии, вдоль которой наблюдаются проекции его крон к общей длине линии. 4. Точечный метод, основанный на подсчете доли точек на земле с наличием или отсутствием над ними растительного материала искомого вида. На основе количественных оценок составляются шкалы проективного покрытия с разными по дробности ступенями. Оценку фитомассы отдельных видов производят методом регрессии по площади покрытия. Более информативной и биологически выдержанной нужно признать модель, где поверхность листовой выражена не в относительных (%), а в абсолютных единицах (см²).

В последнее время появились новые технические возможности, позволяющие усовершенствовать классические методики определения проективного покрытия и запасов фитомассы. Методы картирования, шаблонов, и даже линейный и точечный методы теперь заменяются более быстрым методом цифрового фотографирования, а новые технологии позволяют интактно определять продуктивность подпологовой растительности непосредственно на основе анализа цифровых изображений. Процесс усовершенствования методов и поиск новых способов оценки продуктивности наземного покрова в лесу сейчас активизировался в связи с постановкой нового комплекса задач, связанных с развитием таких научных направлений как биоразнообразие растительности, биоиндикация особенностей местообитания, мониторинг и оценка ресурсного потенциала угодий разного экосистемного и пространственного уровня (Volte et al., 2004).

Появление методов дистанционного зондирования растительности открытых пространств вызвало необходимость оценки корреляции между прежними наземными методами и новыми, более экономичными по затратам труда и времени. В сомкнутых лесных фитоценозах оценка напочвенного покрова дистанционными методами затруднена. Возникает необходимость разработки способов, основанных на других критериях, например, численность и масса индивидуумов. Многие прежние методические приемы включают в себя

учет «модельных растений» доминирующих видов. Эти методы позволяют оценить продуктивность травяно-кустарничкового покрова на основе числа и средней фитомассы особей (Храмцова, 1974). При таком подходе, метод модельных растений напочвенного покрова сходен с методом модельных деревьев в лесоведении (Ипатов, 1962).

Значительное число исследователей склоняется к возможности оценки продуктивности растительного покрова на основе повидового учета методом «моделей». Широкому внедрению этого метода в практику научных исследований препятствуют, очень ограниченные сведения о фитомассе и продукции отдельных особей наиболее распространенных видов напочвенного покрова, их морфологической и функциональной структуре, массе, поверхности, плотности тканей их фракций и пр. Для каждого вида важно решить вопрос, что считать особью, что принять за «единицу счета». Необходимо учитывать вариацию фитомассы особей по возрастным состояниям внутри популяций, фенологические стадии, оценивать структуру и продуктивность видов вдоль градиентов окружающей среды.

Продукционные характеристики видов являются важным инструментом исследований в базовой и прикладной биологии растений и растительных сообществ. В зарубежной литературе неоднократно поднимался вопрос о сборе и систематизации этой информации. Однако в «Биологических Флорах» и других сводках за редким исключением даже не заходит речь о средних показателях фитомассы или продукции отдельных видов и, тем более – особей (побегов, рамет). В «Биологической флоре Московской области», несмотря на то, что позиция «биологическая продуктивность» вписана в стандартный формат характеристик видов, из 220 травянистых видов (проанализированы 1975-2003 гг.) информация о продуктивности их сообществ дана только для 86 видов (39%), а о фитомассе особей – для 42 видов (19%). Следует отметить, что данных о фитомассе особей, иногда даже связанных с популяционной структурой, сезонной динамикой, с годами становится все больше: от 4-18% в 1975-1980 гг. до 50-67% в 1993-2003 гг.

Метод модельных растений травянистых и кустарничковых видов с определением их массы по фракциям, площади поверхности листьев и прочих показателей может найти применение в различных областях биологии. В последнее время в Европейских странах лесная напочвенная растительность исследуется в рамках обширных программ мониторинга, биоиндикации особенностей местообитания и видового разнообразия. При этом простые и надежные методы оценки продуктивности наземного покрова могут составлять методическую основу для важных управленческих решений (Bolte et. al, 2004). Перед научным сообществом встает задача разработки таких методов и создания «банка данных» продуктивности разных видов травянистых растений, одним из элементов которого должна стать средняя фитомасса особей наиболее распространенных видов.

Список литературы

- Ипатов, В.С. (1962) О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений. *Ботанический журнал* 47 (7): 991-992.
- Курбанов, Э.А. (2002) *Бюджет углерода сосновых экосистем Волго-Вятского района*, МарГТУ, Йошкар-Ола, 300 с.
- Раменский, Л.Г. (1966) Прямые и комбинированные методы количественного учета растительного покрова. *Труды МОИП* 27: 17-45.
- Храмцова, Н.Ф. Статистический метод определения биопродуктивности травяных ценозов. *Ботанический журнал* 59 (6): 815- 825.
- Bolte, A., Lambertz, B., Steinmeyer, A., Kallwelt, R., Messenburg, H. (2004) Zur Funktion der Bodenvegetation im Nährstoffhaushalt von Wäldern – Studien auf Dauerbeobachtungsflächen des EU Level II-Programms in Norddeutschland. *Forstarchiv* 75: 207-220.
- Klink, U., Fröhlich, D. (2009) Application of the phytomass and elemental stock model «PhitoCalc» under clear cut conditions. *Allg. Forst. Jagdztg.* 180: 15-21.

Динамика травяно-кустарничкового яруса в течение пяти лет после гибели древостоя ели в очаге поражения короедом-типографом

Каплевский А.А., Уланова Н.Г.

Dron_of_geobot@list.ru

Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Изменение лесной растительности в очагах усыхания ели после вспышек численности короеда типографа (*Ips typographus*) до сих остается неизученным явлением, так как в европейской части России с конца XIX столетия не наблюдалось таких масштабных вспышек (Малахова, Лямцев, 2014; Маслов и др., 2014). В Московской области неожиданная вспышка массового размножения короеда типографа началась в 1999 г. и продолжалась до 2002 г. Вторая вспышка началась в 2009 г. после засушливого лета и достигла максимума в 2012 г. (Уланова и др., 2011; Ермаков, Маслов, 2012). Массовое назначение сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели за несколько лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих статус заповедности.

Выдвинута гипотеза: сохранение сухостоя ели в очагах усыхания древостоя ели после вспышки численности короеда-типографа позволяет сохранить лесное сообщество, близкое к исходному. В образовавшемся сообществе динамика фитоценоза будет направлена на восстановление лесного сообщества уже в первые годы после гибели древостоя.

Цель проведенных исследований – выявление особенностей изменения структуры травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова ельника после гибели древостоя в сравнении с фитоценозами после вырубки сухостоя и исходным лесом.

На территории Звенигородской биостанции МГУ (Московская область) в 2013 г. рядом заложены три постоянные пробные площади (ППП) одинакового размера (800 м²) в ельнике зеленчуковом: с погибшим в 2012 году древостоем ели (короедник), на сплошной вырубке сухостоя ели зимой 2012-13 гг. и с живым древостоем ели (контроль). Исследования проведены в августе 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. по единой методике. На ППП заложены по три трансекты длиной 40 м и шириной 40 см. На каждом метре трансект изучена корневая встречаемость видов травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ). Для её определения использована жесткая рамка размером 40x100 см, разделённая съёмными нитями на квадраты 20x20 см. Проведена ординация описаний (встречаемости всех видов ТКЯ и мхов) площадок размером 0,4 м² методом DCA по трем ППП для трех трансект с 2014 по 2018 г. Ординация проведена с помощью программы PCord. Сравнительный анализ ТКЯ и мхов с контролем и между площадями двух технологий уборки сухостоя проведен с использованием статистических методов.

Ценотический спектр видов травяно-кустарничкового яруса в короеднике в 2018 году схож со спектром контрольной площади, изменяются только соотношения групп. На обеих площадях преобладают лесные виды (*Asarum europaeum*, *Oxalis acetosella*, *Galeobdolon luteum*, *Pulmonaria obscura*, *Stellaria holostea* и др.). Кроме собственно лесных, на площадках в контроле и короеднике были отмечены растения из групп: лесолуговые (*Ajuga reptans*, *Equisetum pratense*, *Luzula pallescens*), сорные (*Geum urbanum*, *Impatiens parviflora*), сорно-лесные (*Rubus idaeus*). Произошло увеличение доли сорно-лесных (*Urtica dioica*) и лесолуговых (*Galium mollugo*) видов. Увеличение вклада сорных видов связано с исчезновением части лесных видов, в частности *Athyrium filix-femina*. В 2015 году в короеднике появился луговой вид (*Campanula patula*). Различия короедника и контроля по соотношению ценотических групп можно объяснить повышением освещённости в короеднике.

Если по составу эколого-ценотических групп видов короедник и контроль сходны, то вырубка резко отличается от них числом и составом эколого-ценотических групп. Значительные изменения флористического состава вырубки по сравнению с контролем

произошли в результате гибели ТКЯ, нарушений мохового и почвенного покрова при вывозе древесины, сжигании рубочных остатков и последующего вселения новых видов. На вырубке происходит вселение луговых (например, *Centaurea scabiosa*) и сорно-луговых (*Calamagrostis epigeios*, *Taraxacum officinale*) видов, в два раза увеличивается доля сорных видов за счёт *Galeopsis bifida*, *Cirsium vulgare*, *Erigeron annuus*, *Sonchus vulgaris* и других. Суммарная доля собственно лесных видов уменьшается. При этом появляются виды, не встречавшиеся в контроле: лесные (*Paris quadrifolia*) и сорно-лесные виды (*Chamerion angustifolium*, *Moehringia trinervia*, *Solidago virgaurea*).

Гибель древостоя не привела к существенным изменениям мохового покрова короедника. Уменьшение встречаемости большинства видов мхов в короеднике связано с уменьшением освещённости за счёт зарастания окон лещиной и разрастания ТКЯ. В ельниках Чехии в короедниках также не происходит вселения новых видов (Jonášová, Prach, 2008).

В ходе развития сообщества вырубки в 2014-2018 году разнообразие микросайтов сохраняется и даже увеличивается. При этом, частично происходит смена видов (место *Impatiens parviflora* занимает *Rubus idaeus* и *Aegopodium podagraria*, место *Stellaria nemorum* — густой подрост осины и ели), образующих пятна мозаики, но их разнообразие сохраняется.

В травяно-кустарничковом ярусе короедника виды сохранили свое доминирование после гибели древостоя ели. Появились новые светолюбивые виды с небольшой встречаемостью. На вырубке сухостоя ели произошли кардинальные изменения травяно-кустарничкового яруса, количество видов увеличилось в 2 раза. Доминирование перешло к другим видам. Значительные нарушения напочвенного покрова привели к высокой мозаичности травяно-кустарничкового яруса.

Спектры ценотических групп растений травяно-кустарничкового яруса в короеднике и исходном фитоценозе близки, преобладают лесные виды. Присутствие сорных и сорно-лесных видов связано с большой рекреационной нагрузкой в лесу. На вырубке доля лесных видов значительно сокращена, возросла доля луговых и сорно-луговых. Фитоценоз вырубки можно отнести к лесо-луговому типу.

Общая динамика развития фитоценоза короедника направлена на восстановление сообщества, близкого к исходному. Большинство происходящих изменений в фитоценозе с сохранённым сухостоем ели носят количественный, а не качественный характер. Естественный ход восстановления сообщества ведет к формированию устойчивого фрагмента широколиственного леса уже в первые годы после гибели елей. Зарастание вырубки приводит к образованию мозаичного сообщества, значительно отличающегося от исходного.

Список литературы

Ермаков, А.Л., Маслов, А.А. (2012) Породный состав естественного возобновления в очагах усыхания ели от короеда типографа в Московской области. *Известия Самарского НЦ РАН* 14: 1236-1238.

Малахова, Е.Г., Лямцев, Н.И. (2014) Распространение и структура очагов усыхания еловых лесов Подмосковья в 2010-2012 годах. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии* 207: 193-201.

Маслов А.Д. Комарова, И.А., Котов А.С. (2014) Динамика размножения короеда-типографа в Центральной России в 2010–2013 гг. и прогноз на 2014 г. *Лесохоз. информация* 1: 38-46.

Уланова, Н.Г., Маслов, А.А., Синичкина, Д.С. (2011) Лесовосстановление на шестой год после усыхания ели в ельнике-кисличнике. *Тр. Звенигор. биол. станции* 5: 152-157.

Jonášová, M., Prach, K. (2008) The influence of bark beetles outbreak vs. salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. *Biological conservation* 141: 1525-1535.

Об увеличении доли широколиственных пород в составе естественного возобновления в лесах северо-востока и востока Московской области

Коротков С.А.¹, Захаров В.П.²

skorotkov-71@mail.ru

¹ г. Мытищи, МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана,

² г. Орехово-Зуево, Орехово-Зуевский филиал ГКУ МО «Мособлес»

Главной особенностью лесов Московской области является их серьёзная трансформация в результате многовекового освоения территории, вследствие чего состав и структура насаждений далеки от первоначального облика (Рысин, 2012). В условиях мозаичности подмосковных лесов направление смены пород, как считает А.В. Абатуров (2004), «зависит от факторов, которые нам ... представляются случайными». Более того, он приходит к выводу, что «ни одна порода не повторяет себя в следующем поколении». На ход лесообразовательного процесса влияют как естественные, так и антропогенные факторы.

Гибель значительных площадей лесов вследствие пожаров 2010 г. и вспышки численности короеда типографа 2011-2014 гг. выводит на первый план вопросы восстановления лесов и, в частности, естественного возобновления. В ходе исследований, проводимых в различных частях московского региона, отмечается увеличение доли широколиственных древесных пород в составе возобновления, в том числе на территориях, где данные виды не рассматривались в качестве основных лесообразователей.

Для изучения современных тенденций в смене породного состава были проанализированы данные многолетних наблюдений на 145 постоянных пробных площадях (ППП). Пробные площади представляют насаждения всех лесообразующих пород от средневозрастных до перестойных. Дополнительно перечёты были проведены на 18 временных пробных площадях на участках молодняков различного возраста. Размер пробных площадей – от 0,22 до 0,6 га, в зависимости от возраста и полноты древостоя. Закладка и повторные описания ППП производились в соответствии с ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустroительные», описание напочвенного покрова – по шкале Друде, с указанием обилия каждого вида. Сплошной подеревный пере́чет на ППП, описание подростa, подлеска и напочвенного покрова производились каждые 5 лет.

Как показывают результаты исследований, возобновление леса отличается большим породным разнообразием с участием древесных пород широколиственных лесов. Вопрос самовосстановления крайне сложен и имеет ряд особенностей, неотъемлемо связанных с почвенно-климатическими условиями. Так, например, в последние десятилетия в национальном парке «Лосиный остров» происходит смена сложных ельников широколиственными сообществами. В целом, в Лосином острове с 1891 года площадь древостоев с господством липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), их возраст и запас постоянно растут (Коротков и др., 2015). Начальные стадии смены еловых лесов липовыми отмечаются и на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза. Результаты обработки данных пере́четов пробных площадей показывают, что в ряде насаждений, где еловая часть древостоя практически полностью выпала, формируются сообщества с преобладанием липы (Коротков и др., 2014). На востоке Московской области в Орехово-Зуевском лесничестве, расположенном в пределах Мещёрской низменности, в сосновых и сосново-еловых насаждениях отмечено присутствие на пробных площадях молодого поколения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и клёна остролистного (*Acer platanoides* L.).

При этом в насаждениях НП «Лосиный остров» наблюдается более высокое видовое разнообразие, а неморализация состава подростa объясняется локальными микроклиматическими условиями. НП «Лосиный остров» находится в границах температурной аномалии, которую создает московская городская агломерация, что благоприятствует развитию пород широколиственных лесов. В Щелковском учебно-опытном лесхозе, не испытывающем влияния мегаполиса, эта тенденция выражена слабее. Условия для успешного распространения дуба в пределах Мещёры создаёт мозаика

сплошных вырубок и площадей лесных культур, формирующих открытые пространства. Благодаря агротехническим уходам за создаваемыми лесными культурами сосны, освещённость, требуемая для успешного развития дуба, сохраняется в течение ряда лет, вплоть до смыкания главной породы.

Особый интерес для рассмотрения взаимоотношений различных древесных пород и динамики восстановления лесных сообществ после катастрофических нарушений представляют особо охраняемые территории или их функциональные зоны, на которых, в соответствии с установленным режимом охраны и хозяйственного использования не проводятся санитарные рубки.

В НП «Лосиный остров» при частичном или полном поражении еловой части древостоя короедом типографом имеется тенденция образования на месте распавшихся ельников липовых насаждений с примесью дуба, клена, осины и единичным участием ели. В случае поражения чистых ельников, в которых, как правило, естественное возобновление неудовлетворительно, могут формироваться участки с преобладанием подлесочных пород.

В Орехово-Зуевском лесничестве на территории государственного природного заказника после распада верхнего елового яруса древостоя отмечено формирование молодого насаждения из куртин подроста ели с примесью берёзы.

Наблюдения на вырубках после разбора ветровальной и сухостойной древесины показывают, что уже через 5-10 лет происходит формирование лиственных молодняков смешанного состава (Киселёва, 2014).

Таким образом, можно сделать выводы, что в Московской области широколиственные породы, такие, как липа мелколистная, дуб черешчатый и клён остролистный, даже за пределами сложных типов леса могут составить конкуренцию другим древесным породам и стать частью насаждений будущего.

Участие ели в составе насаждений после гибели древостоя в результате вспышек короеда типографа сохраняется даже без хозяйственных мероприятий по разбору ветровала и бурелома и последующего создания лесных культур. Конкретное соотношение пород будут зависеть от типов леса и наличия и состояния предварительного возобновления.

Список литературы

Абатуров, А.В., Меланхолин, П.Н. (2004) *Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье* Гриф и К, Тула. 336 с.

Киселева, В. В. (2014) Начальные этапы формирования леса на участках ветровала. *Научные труды национального парка «Лосиный остров»* 3: 62-76.

Коротков, С.А., Киселёва В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Найдёнова Е.В. (2015) О направлениях лесообразовательного процесса в северо-восточном Подмосковье. *Лесотехнический журнал* 5(3): 41-54.

Коротков, С.А., Стоноженко, Л.В., Ерасова, Е.В., Иванов, С.К. (2014) Устойчивость и динамика еловых и липовых насаждений северо-восточного Подмосковья. *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 103 (4): 13-21.

Рысин, Л.П. (2012) *Леса Подмосковья* М.: Товарищество научных изданий КМК. 256 с.

Изменчивость видового состава разновозрастных сосняков мшистых

Садковская А.И., Созинов О.В.

a_sadkovskaya@list.ru

Беларусь, Гродно, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

В Республике Беларусь на 2018 год лесистость составляет 39,8%, из них на сосновые леса приходится более 50%, которые составляют основу растительного покрова большинства особо охраняемых природных территории (ООПТ) Беларуси, одной из которых является ландшафтный заказник республиканского значения «Гродненская Пуща» (20,5 тыс. га), располагающийся в Гродненском районе в приграничье с Польшей и Литвой и являющийся частью трансграничного лесного массива – Августовской Пущи (UTM: 34UFE₃). В ценотическую структуру заказника входит 23 растительных сообщества, охраняемых в Европейском союзе (согласно ЕЕС Habitat Directive), представлены почти все типы сосновых (12 типов) и березовых лесов, болот и лугов Беларуси, что является исключительно редким для ООПТ Беларуси.

Целью работы является изучение закономерностей изменчивости видового состава разновозрастных сосняков мшистых различного происхождения.

Исследования проводили в конце июня – начале июля 2018 года на территории Гродненской Пущи, в ходе которых нами сделаны сборы растений, которые хранятся в GRSU, MSK, LE и MW. Изучение лесных сообществ проводили методом пробных площадей (400 м², для живого напочвенного покрова: 25 учетных площадок по 1 м²) (Ипатов, Мирин, 2008). Заложено 17 пробных площадей: 9 – насаждения естественного происхождения (I – VI класса возраста) и 8 – лесных культур (I – V класса возраста). Анализ ценотических групп проведен по (Уланова, Жмылев, 2014). Индекс Шеннона рассчитывали в PAST 3.22 (Hammer et al., 2001).

Анализ ценотических групп растений **искусственных сообществ** показал: сорная и луговая группировки встречаются на ранних стадиях формирования леса с наибольшей долей, в сформированном лесу – спорадически (табл. 1). Единственным представителем болотной группы является *Aulacomnium palustre* в молодняке, жердняке и средневозрастном сообществах, который характеризуется широкой экологической амплитудой (Рыковский, Масловский 2004). В **насаждениях естественного происхождения** большая доля сорной и луговой группировки характерны начальным классам возраста. В жердняке лесо-болотная группа представлена *Plagiomnium ellipticum*, в спелом фитоценозе *Plagiomnium ellipticum* и *Betula pubescens*. *Aulacomnium palustre* отмечен в молодняке, припевающем и спелом древостое.

Таблица 1

Доля участия ценотических групп в естественных и искусственных разновозрастных сосняках мшистых (%)

Ценотическая группа	0–20		21–40		41–60		61–80		81–100		101–120
	ЛК	НЕП	ЛК	НЕП	ЛК	НЕП	ЛК	НЕП	ЛК	НЕП	НЕП
Лесная	48,48	36,11	80,00	60,00	80,00	88,46	90,48	85,19	80,00	74,19	92,31
Лесо-луговая	15,15	22,22	10,00	6,67	12,00	7,69	4,76	3,70	13,33	16,13	7,69
Лесо-болотная	0,00	0,00	3,33	3,33	0,00	0,00	0,00	7,41	3,33	0,00	0,00
Сорно-лесная	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23*	0,00
Сорно-луговая	9,09	19,44	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00
Болотные	3,03	2,78	3,33	0,00	4,00	0,00	0,00	3,70	0,00	3,23	0,00
Сорные	15,15	11,11	0,00	20,00	4,00	0,00	4,76	0,00	0,00	3,23	0,00
Луговые	9,09	8,33	3,33	3,85	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Примечания: ЛК – лесная культура, НЕП – насаждения естественного происхождения, * – *Chamaenerion angustifolium*

Доминирующей ценотической группой, вне зависимости от происхождения сообществ, является лесная группа (молодняки 36,11–48,48% до 90,48–92,31% в перестойных сообществах). Искусственные и естественные молодняки и жердняки достоверно различаются по спектрам

ценотических групп ($p=0,00$), а между средневозрастными ($p=0,89$), приспевающими ($p=0,99$) и спелыми ($p=0,97$) искусственными и естественными сообществами различия не выявлены. Но согласно индексу видового разнообразия (индекс Шеннона), который учитывает не только количество видов, но их обилие, мы наблюдаем сходство по индексу только в средневозрастных сообществах ($p=0,88$), а приспевающие ($p=0,00$) и спелые ($p=0,00$) сообщества разного происхождения имеют достоверные различия. Для выявления особенностей изменчивости качественного состава лесной группы в естественных и искусственных сообществах мы детально изучили изменения среднего проективного покрытия доминирующих лесных видов живого напочвенного покрова (ЖНП) и определили, что в средневозрастных естественных и искусственных сообществах относительное различие проективного покрытия *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi* на 37,58% и 28,82% соответственно больше в насаждениях естественного происхождения, чем лесных культурах. В спелых лесных культурах проективное покрытие *Hylocomium splendens* на 72,80% больше, чем в естественных сообществах, а *Pleurozium schreberi* меньше на 49,09%. В естественных сообществах формирование ЖНП лесного типа происходит быстрее, чем в культурах: относительное различие между суммарным проективным покрытием видов лесной ценотической группы естественных средневозрастных сообществ на 29,78% больше, чем в искусственных (рис. 1). Суммарное проективное покрытие видов в естественных приспевающих и спелых древостоях выше (8,55% и 13,28% соответственно), чем в аналогичных культурах сосны.

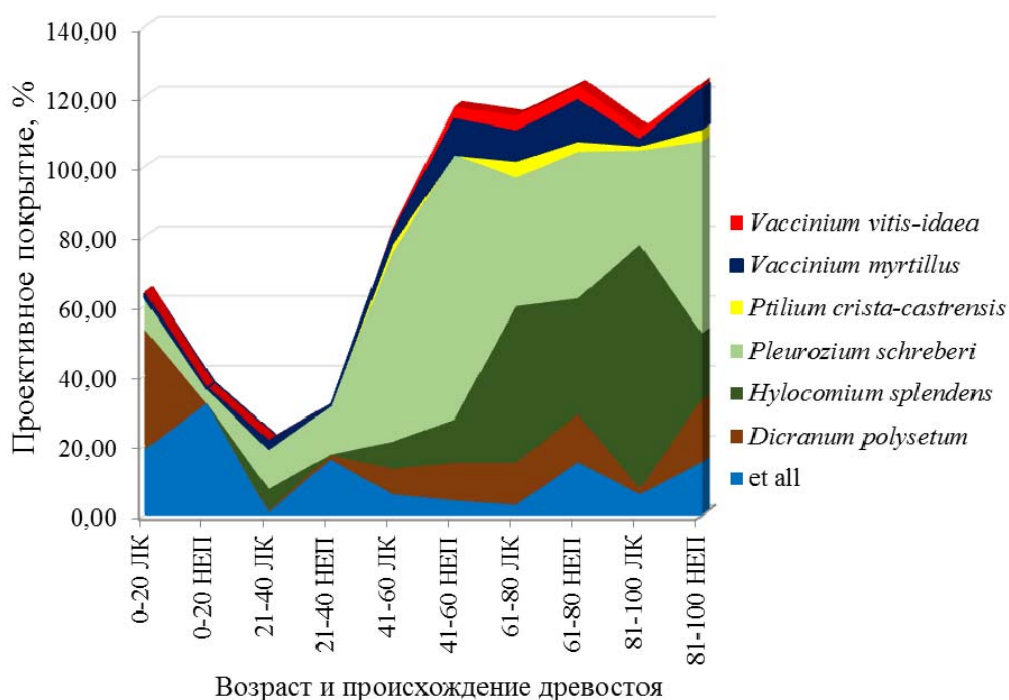


Рис. 1. Суммарное проективное покрытие доминирующих видов лесной ценотической группы живого напочвенного покрова разновозрастных сосняков мшистых
Примечание: ЛК – лесная культура, НЕП – насаждения естественного происхождения

Таким образом, разновозрастные сообщества сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения по спектру ценотических групп становятся сходными в средневозрастном состоянии, при этом лесной ЖНП формируется раньше в естественных сообществах, чем в культурах сосны. В сформированных естественных и искусственных фитоценозах изменяется соотношение доли доминирующих видов лесной ценотической группы, что свидетельствует о необходимости использования нескольких критериев для достоверного сравнения сообществ разного происхождения.

Список литературы

Ипатов, В.С., Мирин, Д.М. (2008) *Описание фитоценоза*. Санкт-Петербург. 71 с.

Уланова, Н.Г, Жмылев, П.Ю. (2014) *Эколого-ценотический анализ растительных сообществ*. МАКС Пресс, Москва. 80 с.

Рыковский, Г.Ф., Масловский, О.М. (2004) *Флора Беларуси. Мохообразные*. Тэхналогія, Минск. 437 с.

Hammer, Ø, Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001) *PAST: Paleoontological Statistics software package for education and data analysis*. Palaeontologia Electronica 4(1) 9 p.

Растительность, почвы и подстилки в древесных насаждениях г. Москвы

Семенюк О.В., Телеснина В.М., Богатырев Л. Г., Гончарова О.Ю.

olgatour@rambler.ru

Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова

В функционировании природных и природно-антропогенных лесных экосистем важнейшим аспектом является взаимосвязь между растительностью, подстилками и почвами. Экосистемы городских территорий весьма разнообразны по видовому составу и по степени антропогенной преобразованности, которая определяется режимом ухода за насаждениями. Цель работы – изучение влияния растительности на свойства и функционирование подстилок и почв древесных насаждений Москвы на примере территории МГУ имени М.В. Ломоносова. Исследование проводилось на парковой территории и в Ботаническом саду в насаждениях березы (*Betula pendula* Roth.), липы (*Tilia cordata* Mill.) и клена (*Acer platanoides* L.). В парковых насаждениях отсутствуют подрост и подлесок, периодически убирают листья после листопада. Биогеоценозы ботанического сада приняты как условно-эталонные. Почвы представлены культуросемами (Строганова, Раппопорт 2005). В каждом из изученных насаждений на площади 10х10 м проведено геоботаническое описание. Видам напочвенного покрова присвоены баллы по шкалам Ландольта (Landolt, 1977). Учитывалась принадлежность видов к эколого-ценотическим группам (Ниценко, 1969). Образцы подстилок отбирались до и после листопада (в конце лета, в начале осени) с площадок 25х25 см (n=5). Определяли мощность, строение, фракционный состав. Объем ежегодно реализуемого органического вещества в подстилке рассчитывали по разности запасов легкоразлагаемой части до и после листопада. Определение зольных элементов в подстилках проводилось методом сухого озоления (450°C). Для верхнего горизонта почв определяли содержание общего С и N на элементном анализаторе (n=8) и базальное дыхание на газовом анализаторе (n=10). Массовая влажность верхних горизонтов почв определена методом бура (n=3), влажность и температура почвы на глубине 20см – термощупом (n=5).

Общее проективное покрытие (ОПП) напочвенного покрова существенно различается в зависимости от типа ухода и от состава древостоя. В березняке ботанического сада ОПП составляет 70-90%, в березняке парковой зоны 40-70%. В липняках ботанического сада этот показатель выше, чем в парковой зоне за счет эфемероидов. В кленовых насаждениях ОПП самое низкое – 10-30%. Применительно ко всем типам насаждений напочвенный покров парков более флористически богат, что объясняется ослаблением фактора затенения и уходом, который дает преимущество видам, не растущим при наличии лесной подстилки, но выдерживающим периодическое кошение. Максимальным числом видов характеризуются березовые насаждения, минимальным – кленовые. Эколого-ценотическая структура напочвенного покрова изменяется не столько в зависимости от древесной породы, сколько от типа ухода. Во всех насаждениях ботанического сада преобладают виды неморальных свит: *Aegopodium podagraria* L., *Polygonatum multiflorum* L., *Ficaria verna* Huds., *Campanula latifolia* L. В травяном ярусе паркового березняка более 80% составляют виды луговых свит (*Poa pratensis* L., *Dactylis glomerata* L.). В парковых насаждениях клена и липы помимо луговых появляется сорно-рудеральная свита (*Arctium lappa* L.). Для оценки соотношения видов разных экологических групп для всех видов напочвенного покрова были определены баллы по шкалам Ландольта – отношению к затененности, увлажнению, кислотности почвы и обогащенности элементами питания. Во всех типах парковых насаждений встречаются «световые» виды, доля которых составляет 20-60%, в ботаническом саду доля световых видов – менее 5%. Существенных различий в соотношении экологических групп по отношению к влажности почв не выявлено. Доля видов, соответствующих богатым азотом и другими элементами питания почвам, в насаждениях ботанического сада превышает соответствующий показатель в насаждениях парков на 20% (березняк и липняк), а в случае кленовых насаждений – на 50%.

Подстилки изученных насаждений по классификации Л.Г. Богатырева (2004) представлены 2 типами: деструктивные и ферментативные. Ферментативная подстилка выявлена только в березняке в ботаническом саду, ее формирование говорит о пониженной скорости биологического круговорота. Мощность подстилок после листопада колеблется от 0,7 до 5,2 см – подстилки маломощные и очень маломощные, после периода реализации опада мощность подстилки на всех площадках уменьшается. Изучение динамики фракционного состава подстилок показало, что в конце периода реализации доля фракции листьев уменьшается в 2-9 раз по сравнению с долей этого компонента после листопада. Особенности видового состава насаждений сказываются на фракционном составе подстилок: в подстилках березняка запасы легкоразлагаемых фракций в 2 раза ниже, чем в подстилах липняка и кленовника. Наибольшие запасы подстилки отмечены после листопада с максимумом для подстилки в кленовнике ботанического сада 840г/м^2 , после периода реализации запасы подстилки уменьшаются и варьируют от 250 до 600г/м^2 . Однако снижение мощности и запасов неодинаково для разных типов насаждений. Отмечено снижение запасов подстилки липняка и кленовника до 2 раз, изменение запасов в березняке незначительно. Подстилки кленовых насаждений характеризуются наибольшими запасами зольных элементов (500г/м^2) и максимальной величиной годового поступления зольных элементов в почву из подстилки сада (350г/м^2). Исследуемые почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества и низкой обогащенностью азотом, что свидетельствует о наличии торфяных компонентов в почвогрунтах, используемых при формировании данных почв. Установлено, что влажность и температура почв в значительной мере реагируют на упрощение вертикальной структуры фитоценоза. В парках температура почв подвержена наибольшим колебаниям и изменяется на $2,5^\circ\text{C}$, что связано с более разнообразными условиями освещения и неравномерного прогревания почв. Температура почвы под насаждениями липы и клена значимо выше на парковой территории, чем в ботаническом саду. На парковой территории влажность почв (24-33%) ниже по сравнению со значениями влажности почв (33-40%) в ботаническом саду. Тенденция к увеличению влажности почв наблюдается и для слоя на глубине 20 см. Такое изменение локальных гидротермических условий под влиянием ухода приводит к уменьшению почти вдвое интенсивности базального дыхания.

В условиях городского ландшафта флористический состав и эколого-ценотическая структура напочвенного покрова древесных насаждений в значительной степени определяется характером ухода. Наблюдается интенсивный биологический круговорот веществ, о чем свидетельствует преобладание маломощных подстилок деструктивного типа и высокая доля ежегодно реализуемого органического вещества подстилок. На особенности биологического круговорота в большей степени влияет тип насаждения, чем характер ухода. Подстилки березняка указывают на минимальную скорость круговорота по сравнению с другими насаждениями, что проявляется в накоплении детрита и формировании ферментативного горизонта. На парковой территории в условиях упрощенной вертикальной структуры фитоценозов почвы отличаются повышенной температурой и пониженной влажностью верхних горизонтов и, как следствие, относительно пониженной биологической активностью.

Список литературы

- Богатырев, Л.Г., Демин, В.В., Матышак, Г.В., Сапожникова, В.А. (2004) О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок. *Лесоведение* 4: 17–29.
- Ниценко, А.А. (1969) Об изучении экологической структуры растительного покрова. *Ботанический журнал* 54: 1002–1014.
- Строганова, М.Н., Раппопорт, А.В. (2005) Антропогенные почвы ботанических садов крупных городов южной тайги. *Почвоведение*. 9: 1094–1101.
- Landolt E. (1977) Okologische Zeigerwerte zur Sweizer Flora. *Veroff. Geobot. Inst. ETH.*, Zurich: 1–208.

Динамические процессы на первых этапах формирования пирогенных сообществ в Висимском заповеднике

Сибгатуллин Р.З., Беляева Н.В.

sulem@yandex.ru

г. Кировград, Висимский государственный природный биосферный заповедник

Леса Висимского заповедника за последние 20 лет испытали на себе воздействие двух больших природных пожаров, прошедших по территории массового ветровала 1995 года. В июне 1998 года пожар охватил узкую полосу от 1,0 до 1,5 км шириной и 10 км длиной вдоль южной границы заповедника, его общая площадь составила около 1700 га. В результате пожара растительный покров был уничтожен полностью. Через 12 лет, в 2010 году, огнём был охвачен северо-восточный угол заповедника на площади более 1800 га. Выгорание растительного покрова было мозаичным. Причём, около 500 га для обоих пожаров оказались общими и прогорели дважды.

В 1998 году зарастание началось буквально через несколько дней после окончания пожара, и через два месяца 60% гари было покрыто молодой растительностью, в которой преобладали *Rubus idaeus*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Equisetum sylvaticum*.

В травяном покрове территории, пройденной только первым пожаром, до 2005 года доминировал *Chamaenerion angustifolium*, в дальнейшем его участие постепенно снижалось. *Equisetum sylvaticum* в первые три года после пожара входил в число доминантов пирогенного сообщества, но последние шестнадцать лет его доля составляет около 2–3% (рис. 1). С 2005 года в травянистом ярусе абсолютно преобладают два вида веерников – *Calamagrostis obtusata* и *Calamagrostis langsdorffii*, общее проективное покрытие яруса может достигать 80–90%. В зависимости от гидротермических условий года доминирует то один, то другой вид. Остальные виды распределены по территории мозаично, они малочисленны или встречаются единично. Но некоторые учётные площадки практически полностью могут быть заняты отдельными видами растений, например, в пойме реки густыми зарослями *Filipendula ulmaria*, а в пологих ложбинах – *Cirsium heterophyllum*.

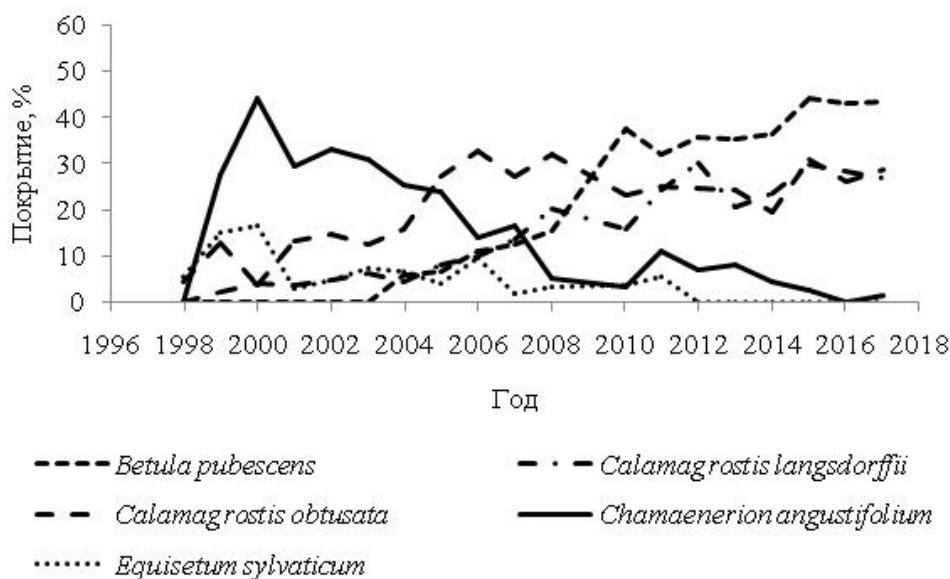


Рис. 1. Динамика проективного покрытия доминирующих видов растений на территории, пройденной только пожаром 1998 года

На дважды прогоревшей территории *Chamaenerion angustifolium* абсолютно доминировал в составе травостоя до 2008 года, в дальнейшем его содоминантами стали *Calamagrostis obtusata* и *Calamagrostis langsдорffii* (рис. 2). Причём, если до 2008 года наблюдалось снижение участия иван-чая в травянистом ярусе, то после пожара 2010 года вновь отмечен его рост.

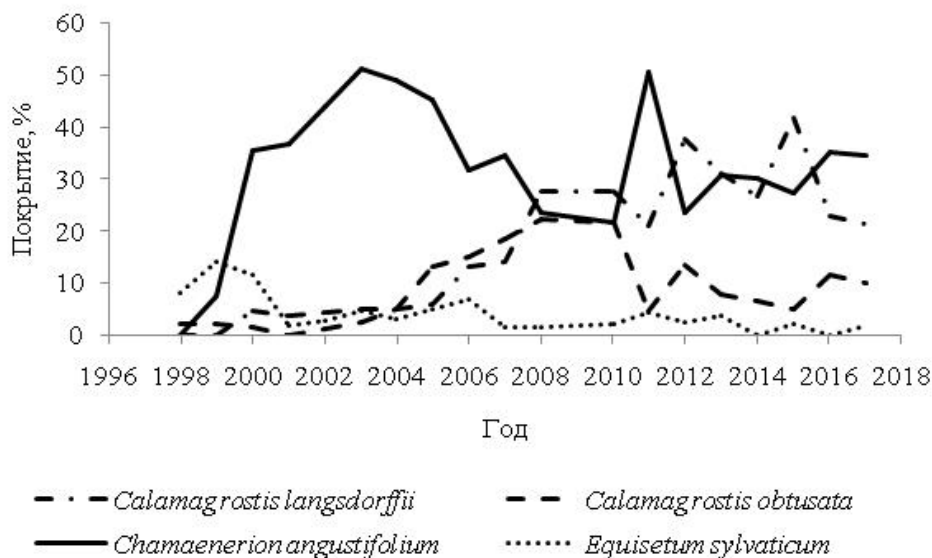


Рис. 2. Динамика проективного покрытия доминирующих видов растений на территории, пройденной пожарами 1998 и 2010 годов

Благодаря повышенной влажности почв и сильному развитию напочвенного покрова из сфагновых и зелёных мхов, долина р. Сакальи с притоками после пожара 1998 года была быстро заселена берёзой пушистой *Betula pubescens* (рис. 1). Под сомкнутым пологом берёзовых древостоев формируется разреженный травяной покров из *Calamagrostis obtusata*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Majanthemum bifolium*. Напротив, дренированные склоны гор Малый и Липовый Суток зарастали берёзой плохо. Сейчас *Betula pubescens* встречается здесь в виде отдельно стоящих деревьев и почти не образует сомкнутых группировок.

В 2012 году был обильный урожай семян *Salix caprea* и *Populus tremula*, их всходы появились на открытых участках, сильно прогоревших во время пожара 2010 года. Сейчас подрост этих пород встречается повсеместно, их среднее проективное покрытие небольшое (5 и 2% соответственно), но постепенно растёт. Росту ивы козьей и осины препятствует сильная нагрузка со стороны лоса, для которого их молодая поросль в зимнее время является основной кормовой базой.

До 2006 года *Rubus idaeus* и *Rubus matsumuranus* занимали лидирующее положение в кустарниковом ярусе пирогенных сообществ, покрытие достигало 20–25%, в последующем оно снижалось и сейчас не превышает 2–3%, но встречаемость по-прежнему высока (70–80%). *Rosa acicularis* встречается реже (40–50%), в основном её заросли расположены под пологом или вблизи берёзовых молодняков. *Sambucus sibirica* встречается единично, но повсеместно.

Молодое поколение хвойных пород практически отсутствует, некоторое количество подроста *Picea obovata* и *Pinus sibirica* появилось после первого пожара, но погибло во время пожара 2010 года.

Высокая интенсивность пожаров 1998 и 2010 годов способствовала нивелированию условий зарастания разнообразных экотопов и формированию пирогенных сообществ с доминированием в травянистом ярусе *Calamagrostis obtusata* и *Calamagrostis langsдорffii*, и обязательным компонентом таких сообществ – *Chamaenerion angustifolium*.

Основные тренды динамики биоразнообразия после природных и антропогенных «катастроф» в ельниках европейской части России

Уланова Н.Г.

NUlanova@mail.ru

Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Естественный природный механизм распада древостоя ели, как конечный этап динамики еловых фитоценозов на заключительной стадии сукцессии в европейской части России, реализуется массовыми ветровалами, пожарами или очагами сухостоя при вспышках численности короеда-типографа.

1. Интенсивность нарушения фитоценозов после природных и антропогенных катастроф. Катастрофические природные явления, вызывающие гибель ельников, создают разные по масштабу нарушения. При пожарах происходит гибель значительной части древостоя и подпологовой растительности, при этом диапазон почвенных повреждений очень велик. При массовых ветровалах происходит варьирование масштабов гибели древостоя и напочвенного покрова при незначительных нарушениях почвенного покрова (Уланова, 2006). При частичном сохранении древостоя и подроста на ветровалах в травяно-кустарничком ярусе (ТКЯ) происходит лишь перераспределение доминирования видов с незначительным изменением видового состава (Уланова, Чередниченко, 2012). В очагах усыхания ели при вспышках численности короеда-типографа почва и напочвенный покров практически не страдает, однако доля погибших елей изменяется от 0 до 100%. Степень нарушения экосистемы при катастрофах, ведущих к гибели ельников, и определяет скорость восстановления растительности на горельниках, ветровальниках и в очагах усыхания ели.

2. Увеличение биоразнообразия: видового богатства и структурного разнообразия. Природные и антропогенные катастрофы ведут к разной интенсивности трансформации исходных фитоценозов. В результате происходит увеличение биоразнообразия в новых сообществах, в очагах сухостоя ели незначительно, выше при массовых ветровалах. При полном уничтожении древостоя ели (не только погибшего) в ходе сплошной рубки происходит кардинальное изменение почвенного покрова (Дымов, 2017) и лесных сообществ в травяные и кустарниковые, что ведет к принципиальному изменению растительного покрова ельников. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов (Уланова, 2006).

Рассмотрим пример изменения растительности в очагах усыхания ели 2012 года в западной части Московской области (Звенигородская биостанция МГУ). В сухостойном ельнике виды сохранили свое доминирование в ТКЯ. После вырубki сухостоя по сравнению с ненарушенным ельником произошло увеличение флористического состава ТКЯ в 2 раза в результате гибели ТКЯ, нарушений мохового и почвенного покрова при вывозе древесины, сжигании рубочных остатков и последующего вселения новых видов. Доминирование перешло к другим видам. В результате значительных нарушений почвы возникла высокая мозаичность ТКЯ.

Ценотический спектр ТКЯ ельника после гибели ели соответствует спектру исходного леса. На второй год в ТКЯ произошло изменение встречаемости видов и вселение новых видов ценотических групп, характерных для исходного леса. Встречаемость видов мохового покрова сократилась вследствие затенения разросшейся лещиной. На вырубке увеличение числа ценотических групп в два раза вызвано внедрением видов ТКЯ и мхов, не характерных для исходного сообщества. На вырубке доля лесных видов значительно сокращена, возросла доля сорных, луговых и сорно-луговых. Фитоценоз вырубki можно отнести к лесо-луговому типу.

3. Восстановительная динамика фитоценозов после катастрофических нарушений. При значительных нарушениях фитоценозов и почвы происходят сукцессии: демутиации,

вторичные неполночленные и квазипервичные. Изменения растительности зависят от исходного типа леса. Так, в очагах усыхания елей в Московской области в ельниках черничных, кислично-черничных флуктуации идут через рябиновый лес с подростом ели. В ельниках зеленчуковых и сложных демутация проходит через стадию липняков с кленом и подростом ели. В ельниках сложных с лещиной неполночленная вторичная сукцессия заканчивается лещинником.

Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих заповедный статус. Сохранение сухостоя и ветровальных участков ельников приводит к естественному ходу лесовосстановления, сохраняя лесные фитоценозы, изменяя лишь соотношение доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с широколиственными породами, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса. Сложные по структуре леса замещают монокультуры ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Именно такие естественные леса, вероятно, характерны для зоны хвойно-широколиственных лесов.

Ведение лесного хозяйства в ельниках требует проведения сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели в случае вспышек короеда-типографа, расчистки массовых ветровалов и пожарищ. Массовое назначение сплошных рубок за последнее 10 лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов (Уланова, 2006). С точки зрения биолога этот процесс нельзя считать негативным для природы. Если наша идеология требует увеличения разнообразия видов, то образование луговой растительности - это лучший вариант решения поставленной задачи. В последние годы появились публикации, поднимающие вопрос о важности первых сукцессионных стадий для увеличения биоразнообразия лесов (Swanson et al., 2011; Blair et al., 2016; Fornwalt et al., 2018; Thorn et al., 2018).

Список литературы

Уланова, Н.Г. (2006) *Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России)* Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 46 с.

Уланова, Н.Г., Чередниченко, О.В. (2012) Механизмы сукцессий растительности сплошных ветровалов южнотаетжных ельников. *Известия Самарского НЦ РАН*. 14 (1): 1399-1402.

Blair, D.P., McBurney, L.M., Blanchard, W., Bank, S.C., Lindenmayer, D.B. (2016) Disturbance gradient shows logging affects plant functional groups more than fire. *Ecological Applications*. 26: 2280–2301.

Fornwalt, P.J., Rhoades, Ch.C., Hubbard, R.M., Harris, R.L., Faist, A.M., Bowman, W.D. (2018) Short-term understory plant community responses to salvage logging in beetle-affected lodgepole pine forests. *Forest Ecology and Management*. 409: 84–93.

Thorn, S., Bässler C., Brandl, R., et al. (2018) Impacts of salvage logging on biodiversity: A meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 55: 279–289.



Травяная растительность

Наземнейниковые луга в охранной зоне Полистовского заповедника (Псковская область)

Бородулина В. П.¹, Чередниченко О. В.¹, Комарова А. Ф.²
valentinka_bo@mail.ru

¹г. Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова

²г. Москва, ОМННО «Совет Гринпис»

Луговые сообщества широко распространены в странах Европы и в Европейской части России, и в лесной зоне формируются и поддерживаются за счет деятельности человека. В XX веке, как в Европе, так и в России, в связи с изменением системы землепользования, значительные их площади были заброшены и начали зарастать древесно-кустарниковой растительностью (Dengler *et al.* 2014). Одной из угроз для заброшенных лугов является спонтанное расселение вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) после прекращения сельскохозяйственного использования, что ведет к снижению биоразнообразия сообществ (Somodi *et al.* 2008). Синтаксономическое положение наземнейниковых лугов неоднозначно. Целью нашей работы стала инвентаризация наземнейниковых сообществ в охранной зоне Полистовского заповедника.

В основу нашей работы были положены 243 геоботанических описания, выполненных в 2012, 2014 и 2018 гг. в охранной зоне заповедника. Из них для классификации наземнейниковых лугов были выбраны 47 описаний, в которых проективное покрытие вейника наземного превышало 25%. Описания были выполнены на площадках в 100 м². Синтаксономический анализ выполнен в соответствии с общими установками метода Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet 1964). Выделение групп описаний проведено с использованием кластерного анализа методом гибкой беты ($\beta = -0,25$) (PC-ORD v. 6.0) (McCune & Mefford 2011). Для выделенных групп был проведен анализ индикаторных видов с расчётом коэффициента *phi* (PC-ORD v. 6.0) (McCune & Mefford 2011). Для выявления градиентов ведущих экологических факторов проведена DCA-ординация (PC-ORD v. 6.0) (McCune & Mefford 2011). Полученные оси интерпретированы с использованием экологических шкал Ландольта, реализованных в программе EcoScale 5.0 (Грохлина и Ханина 2015). Частота пожаров была выявлена на основе анализа дистанционных данных с использованием снимков Landsat и термоточек системы мониторинга FIRMS (Fire Information Research Management System). Для того, чтобы выявить связь обилия вейника наземного с частотой травяных палов, был рассчитан ранговый коэффициент корреляции Спирмена между баллом вейника по шкале Ж. Браун-Бланке и частотой пожаров на участках описаний (Statistica v. 12).

Наземнейниковые луга на исследованной территории разнообразны и представлены 5 ассоциациями и 6 вариантами в составе 5 союзов 4 порядков и 3 классов: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Epilobietea angustifolii*, *Artemisietea vulgaris*. Доминирование вейника характерно не только для рудеральных сообществ асс. *Calamagrostietum epigeji* и *Convolvulo arvensis-Elytrigietum repentis*, но и для настоящих лугов союзов *Molinion*, *Calthion* и *Filipendulion*. Ординационный анализ показал экологическое своеобразие установленных синтаксонов. Сообщества вейника наземного были приурочены большей частью к участкам, подверженным регулярным травяным палам, при этом существенно реже встречались на невыжигаемых залежах. Выявлена значимая положительная связь между обилием вейника наземного и числом травяных палов на исследованных участках.

Работа В. П. Бородулиной и А. Ф. Комаровой проведена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00786; работа О. В. Чередниченко выполнена в рамках госконтракта МГУ № АААА-А16-116021660037-7.

Список литературы

Грохлина, Т.И., Ханина, Л.Г. (2015) О компьютерной обработке геоботанических описаний по экологическим шкалам. *Математическое моделирование в экологии*.

Материалы Четвертой Национальной научной конференции с международным участием, 18-22 мая 2015 г. Пушино, с. 63–64.

Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auflage. Wien, N.-Y., 865 pp.

Dengler, J., Janišová, M., Török, P., Wellstein, C. (2014) Biodiversity of Palearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 1–14.

McCune, B., Mefford, M.J. (2011) *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 6*. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 28 pp.

Somodi, I., Viragh, K., Janos, P. (2008) The effect of expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Applied Vegetation Science* 11:187–192.

Разнообразие жизненных форм типов травяных сообществ Центрально-Лесного Государственного Заповедника

Гаврилова Т.М., Чередниченко О.В.

gavrilova.t.m@list.ru

Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова

Изучено разнообразие жизненных форм травяной растительности на территории Центрально-Лесного Государственного заповедника (Тверская область). Всего было выявлено 6 жизненных форм по системе Раункиера. В биологическом спектре преобладали гемикриптофиты, что характерно для умеренно холодного климатического пояса. В спектре по системе Серебрякова преобладали гипогенно-длиннокорневищные травянистые многолетники. Всего было выявлено 36 жизненных форм. Проведено сравнение спектров объединённых парциальных флор следующих типов травяных сообществ: используемые мезофитные луга, заброшенные мезофитные луга, высокотравные таволговые луга, высокотравные рудеральные сообщества. При сравнении спектров для типов травяных сообществ выявлены те же закономерности: в биологических спектрах преобладали гемикриптофиты, а в спектрах жизненных форм – гипогенно-длиннокорневищные травянистые многолетники. Наибольшее биоморфологическое разнообразие характерно для заброшенных мезофитных лугов (24 жизненных формы), наименьшее – для используемых мезофитных лугов (20 жизненных форм). Исследование проведено в рамках госконтракта МГУ № АААА-А16-116021660037-7.

Фитоценотическое разнообразие песков на территории заповедника «Черные Земли»

Джапова Р.Р., Далтаева Ю.Н., Джапова В.В.

djapova04@mail.ru

г. Элиста, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова

Заращение оголенных песков, возникших в процессе их первичного отложения – первичная сукцессия. Постепенно пески покрываются растительностью, превращаясь в заросшие пески, а затем в песчаные почвы. При нерациональной хозяйственной деятельности заросшие пески и песчаные почвы вновь трансформируются в оголенные подвижные пески. На территории пустынной зоны в границах Республики Калмыкии повторное образование подвижных песков - результат неумеренного выпаса скота.

В работе приводим данные наблюдений за самозаращением подвижных песков на территории биосферного заповедника «Черные земли», расположенного в пустынной зоне Калмыкии. В основе работы - сравнение результатов геоботанического обследования, проведенного нами в 2016 г. с данными обследования этой же территории геоботаниками КалмНИИгипрозем в 1983 г. Оба этапа обследования выполнялись по единой методике (Общесоюзная инструкция..., 1984). Названия растительных сообществ в работе приведены по классификации естественных кормовых угодий (Классификация..., 1986), названия почв - по классификации почв СССР (Классификация..., 1977), латинские названия видов растений - по сводке С.К. Черепанова (1995).

Мы выполнили описания растительности геоботанических контуров, которые согласно легенде геоботанической карты 1987 г. (Материалы..., 1987) обозначены как оголенные пески. После введения заповедного режима (заповедник создан в 1990 г.) растительность этих геоботанических контуров представлена зарастающими или заросшими песками с растительным комплексом из двух-трех-четырёх компонентов.

Наличие комплексного растительного покрова – свидетельство разновременного зарастания отдельных участков открытых песков. Наряду с однолетниковыми фитоценозами с доминированием *Anisantha tectorum*, *Salsola tragus*, *Sisymbrium loeselii*, *Eragrostis minor* при зарастании открытых песков на них поселяются многолетние виды, имеющие мощную корневую систему, способные образовывать придаточные корни, что позволяет укореняться и продолжать рост при засыпании их песком: *Leymus racemosus*, *Artemisia arenaria*. Многолетние псаммофиты первоначально поселяются в межбугровых понижениях, затем постепенно расселяются по всей территории. Барханный рельеф сглаживается, песок уплотняется, условия произрастания для требовательных к аэрации видов (*Leymus racemosus*) ухудшаются. Поселяются виды, более приспособленные к изменившимся условиям: однолетник *Artemisia scoparia*, двулетник *Syrenia sessiliflora* и многолетние *Gypsophila paniculata*, *Achillea tenuifolia*, *Artemisia austriaca*, *Calamagrostis epigejos*, *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*. На зарастающих песках главным ценозообразующим растением является *Artemisia arenaria*, формирующая однолетниково-песчанополынные, ломкожитняково-песчанополынные, злаково-песчанополынные (*A. arenaria*, *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*) фитоценозы. Постепенно в растительном покрове возрастает проективное покрытие *Agropyron fragile* и *Stipa sareptana*.

На закрепленных песках формируются комплексные фитоценозы из 3-4 компонентов: наряду с ломкожитняковыми (*Agropyron fragile*) и ковыльными (*Stipa sareptana*) сохраняются однолетниковые (*Anisantha tectorum*, *Salsola tragus*) фитоценозы, а также ломкожитняково-однолетниковые, ковыльно-однолетниковые, однолетниково-ломкожитняковые, однолетниково-ковыльные фитоценозы, из которых четыре последних отражают меняющееся соотношение однолетних и многолетних видов в процессе сукцессии. Этот сукцессионный ряд фитоценозов, отражающий заращение оголенных песков, может иметь последовательность: а) однолетниковые, песчанополынно-однолетниковые, однолетниково-

песчанополынные, злаково-песчанополынные, песчанополынно-злаковые, ломкожитняковые и ковыльные; и (или) б) однолетниковые, ломкожитняково-однолетниковые и ковыльно-однолетниковые, однолетниково-ломкожитняковые и однолетниково-ковыльные, ломкожитняковые и ковыльные. Наши наблюдения показывают, что даже на закрепленных песках могут сохраняться участки с однолетниковыми и полынковыми растительными сообществами, характерными для начальных стадий зарастания песков.

При наличии очагов обсеменения в растительный покров на песках внедряется *Artemisia lerchiana*, которая постепенно становится доминантом или содоминантом фитоценозов вместе с *A. fragile*, *Stipa sareptana*. Лерхополынные сообщества на песках в настоящее время встречаются в охранной зоне заповедника - на участках, не подвергавшихся воздействию огня.

На территории заповедника есть участок, на котором до создания заповедника проводилось закрепление песков *Krascheninnikovia ceratoides*. До настоящего времени здесь сохранился бугристый рельеф. Среди кустов фитомелиоранта сформировался ковыльный (*Stipa sareptana*) фитоценоз, на относительно высоких местах – однолетний травостой.

Введение заповедного режима благоприятно отразилось на динамике растительности песков. К настоящему времени еще сохранились песчаные массивы с псаммофитной рудеральной растительностью. За 25-летний период заповедования отмечены положительные тенденции растительности на песках - сформировались новые типы фитоценозов: однолетниково-песчанополынные (*Artemisia arenaria*, *Anisantha tectorum*, *Ceratocarpus arenarius*, *Salsola tragus*) на зарастающих песках и песчанополынно-житняковые (*Agropyron fragile*, *Artemisia arenaria*), которые отсутствовали на геоботанических картах исследованной территории до введения заповедного режима.

Список литературы

Классификация естественных кормовых угодий и земель мелиоративного фонда Нижнего Дона, Среднего и Нижнего Поволжья. (1986) Ростов-на-Дону: Южгипрозем: 37 с.

Классификация и диагностика почв СССР. (1977). М.: 224 с.

Материалы геоботанического обследования природных кормовых угодий совхоза «Хулхутинский» Яшкульского района Калмыцкой АССР. (1983) Элиста: ЮжНИИгипрозем.

Общесоюзная инструкция по проведению геоботанического обследования природных кормовых угодий и составлению крупномасштабных геоботанических карт. (1984) М.: 105 с.

Черепанов, С.К. (1995) Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Л.: Наука: 990 с.

Ценотическое разнообразие трансформированных гидроморфных биотопов южной Карелии

Канцерова Л. В.

kancerova.l@mail.ru

г. Петрозаводск, Институт биологии КарНЦ РАН

На территории Карелии с 2009 ведутся исследования по изучению растительного покрова трансформированных гидроморфных биотопов: придорожных участков (ПУ) и обводненных карьеров (ОК) (Канцерова, 2018). Выполнено 402 геоботанических описания на минеральных и торфяных отложениях. Исследовались сообщества, трансформированные более 30-40 лет назад. По имеющимся данным сделана классификация растительности, которая основывалась на принципах и подходах отечественного эколого-фитоценотического метода с использованием классификации растительности болот Т.К. Юрковской (1995). В ходе проведенных исследований установлено, что растительность трансформированных гидроморфных биотопов относится к 2 типам, 9 формациям, 13 ассоциациям и 21 субассоциации (Канцерова, 2012).

Для установления экологических особенностей выделенных ассоциаций и определения их положения в экологическом пространстве был использован бестрендовый анализ соответствия (Detrended correspondence analysis или DCA-ординация), реализованный М.О. Hill и Н.Г. Gauch (1980) в прикладном пакете для обработки геоботанических данных DECORANA. В качестве анализируемого параметра использовался показатель встречаемости видов в %. Нагрузки на оси рассчитаны с использованием коэффициента Сьёренсена (Рис. 1).

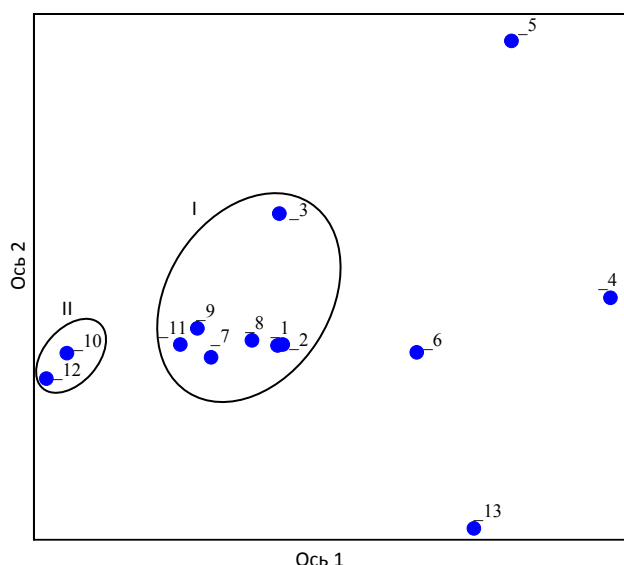


Рис. 1. Ординационная диаграмма ассоциаций трансформированных гидроморфных биотопов. Условные обозначения: Арабскими цифрами обозначены номера ассоциаций, римскими цифрами – скопление ассоциаций. Ассоциации: 1.*Salicetum* spp. – *Herbae*; 2.*Caricetum rostratae*; 3.*Cariceto acutae* – *Equisetetum fluviatilis*; 4.*Caricetum canescentis* – *elongatae*; 5.*Caricetum vesicariae* – *canescentis*; 6.*Cariceto rhynchophysae* – *Equisetetum fluviatilis*; 7.*Comaretum palustris*; 8.*Equisetetum fluviatilis*; 9.*Calletum palustris*; 10.*Typhetum latifoliae*; 11.*Scirpetum sylvatici*; 12.*Phragmitetum australis*; 13.*Cariceto rostratae* – *Sphagnetum riparii*

Анализ показал высокую нагрузку на ось 1, которая объясняет 65 % изменчивости, интерпретируется как градиент трофности (от евтрофных до мезоолиготрофных местообитаний), ось 2 отражает усиление степени обводнения местообитаний и имеет

низкую нагрузку – 14 %. При этом выделились два скопления ассоциаций. Каждое скопление характеризуется близкими показателями факторов среды: уровня воды на ОК и ПУ, амплитуды её колебания и степени минерализации.

Первое скопление ассоциаций (I) включает евтрофно-мезоевтрофные кустарниково-травяные и травяные сообщества ассоциаций водно-болотных растений: *Salicetum* spp. – *Herbae* (№ 1), *Caricetum rostratae* (№ 2), *Equisetetum fluviatilis* (8), *Comaretum palustris* (7), *Calletum palustris* (9), *Scirpetum sylvatici* (11) и *Cariceto acutae* – *Equisetetum fluviatilis* (3). Сообщества ассоциаций встречаются в условиях постоянного (обычно в карьерах, а также в копанях и нарушенных канавах на ПУ (Канцера, 2018), реже – переменного режима увлажнения, как на ПУ (чаще в нарушенных канавах) – 131 сообщество, так и на ОК – 168, из них на глинистых отложениях – 80 % сообществ, на песке – 12 %, на торфе – 8 %.

Второе скопление (II) представлено ассоциациями *Typhetum latifoliae* (№ 10) и *Phragmitetum australis* (12), это евтрофные травяные сообщества ассоциаций с прибрежно-водной растительностью и переменным режимом увлажнения. Сообщества в равном количестве встречаются в обоих биотопах: на ПУ – 22 описания (53 %), на ОК – 19 (47 %) исключительно на глинистых отложениях.

Остальные ассоциации отдалены от центра ординации и стоят несколько особняком, все описания сделаны на ПУ в которых обязательно есть торф или только начинается процесс торфонакопления.

Ассоциация *Caricetum canescentis* – *elongatae* (№ 4) содержит мезотрофные осоковые сообщества, которые встречаются в основном по лесным подтопленным окрайкам ПУ.

Ассоциация *Cariceto rostratae* – *Sphagnetum riparii* (№ 13) включает мезотрофные и мезоолиготрофные осоково-сфагновые сообщества придорожных заболоченных участков.

Ассоциация *Caricetum vesicariae* – *canescentis* (№ 5) содержит мезотрофные осоковые сообщества сильно обводненных нарушенных канав вдоль дорожной полосы ПУ с водно-болотной растительностью.

Ассоциация *Cariceto rhynchophysae* – *Equisetetum fluviatilis* (№ 6) включает мезотрофные осоковые сообщества на обводненных участках придорожной полосы.

Работа выполнена по Госзаданию ИБ КарНЦ РАН № 0221-2017-0048

Список литературы

Канцера, Л.В. (2012) Разнообразие и динамика сообществ трансформированных гидроморфных биотопов среднетаежной Карелии: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Петрозаводск. 22 с.

Канцера, Л.В. (2018) Типы и динамика растительности придорожных подтопленных участков (Карелия). *Матер. конференции «IX Галкинские Чтения»*. Санкт-Петербург, С. 93–96

Юрковская, Т.К. (1995) Высшие единицы классификации растительности болот. *Ботанический журнал* 80 (11): 28–33.

Hill, M.O., Gauch, H.G. (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47–58.

Динамика проективного покрытия растительности галофитных лугов в условиях Койбальской степи Минусинской котловины

Кононова Н. А., Зоркина Т. М.

nata_slyusar@mail.ru

г. Красноярск, Институт биофизики СО РАН – обособленное подразделение
ФИЦ "Красноярский научный центр СО РАН"

Одним из важных показателей функционального состояния растительных сообществ является соотношение слагающих их видов. Изменение доли участия видов чаще всего свидетельствует о смене экотопических условий территории, либо об увеличении антропогенной нагрузки. С целью количественной оценки присутствия видов на территории исследования производится измерение проективного покрытия (ПП) всего сообщества и отдельных видов (Ипатов 2015).

В условиях прибрежной зоны соленых озер формируются устойчивые к засолению сообщества, флористический состав которых отличается низким видовым разнообразием (Korolyuk *et al.* 2017). Целью настоящих исследований является изучение межгодовой динамики проективного покрытия растительности галофитных лугов. Объектом является растительность засоленных почв, приуроченная к приозерному понижению озера Куринка Койбальской степи Минусинской котловины (53°26'25''с.ш.; 91°35'42''в.д. - 53°24'43''с.ш.; 91°35'46''в.д. Озеро бессточное. Площадь его зеркала 120 га. По составу озерная вода слабощелочная, хлоридно-сульфатная натриевая, в ней в небольшом объеме присутствуют карбонаты. Общая минерализация высокая, изменяется по площади и глубине от 72 до 108 г/л. Исследование проводилось в 2004-2017 гг. Сбор материала осуществлялся маршрутным и стационарным методами в период с мая по сентябрь в двадцатых числах каждого месяца.

К почве с наибольшей степенью засоления приурочен сведовый фитоценоз. Он расположен на лугово-солончаковой почве с концентрацией солей до 3,58% (по плотному остатку). Видовое разнообразие низкое. Всего отмечено 8 видов высших сосудистых растений на 100 м². Сообщество имеет упрощенную двухъярусную структуру. Первый ярус высотой до 25 см занимают доминант *Suaeda linifolia* Pall. (до 35% проективного покрытия) и субдоминант *Suaeda corniculata* (C.A. Mey.) Bunge, имеющий 15% проективного покрытия. Второй ярус занимают генеративные побеги *Puccinellia tenuissima* Litv. ex V. Krecz. (проективное покрытие 4 – 5%), а также *Lepidium cartilagineum* (I. Mayer) Thell. Единично встречаются *Salsola ruthenica* Iljun и *Juncus gerardii* Loisel.

По результатам многолетних наблюдений за динамикой состояния растительности на северо-западном берегу оз. Куринка сведовый фитоценоз оказался наиболее устойчивым к действию климатических факторов. В засушливые годы (2004, 2007, 2010, 2014, 2015) прослеживается угнетение *Puccinellia tenuissima* и *Lepidium cartilagineum*, а *Atriplex tatarica* L. напротив внедряется более активно, чем во влажные годы, когда ее участие было минимально. Наиболее заметны изменения были в 2007 и 2015 годах, когда отмечено увеличение проективного покрытия у содоминанта сведы линейнолистной до 60% и значительное снижение участия доминанта бескильницы тончайшей, что связано с продолжительной засухой (45 дней) в ранневесенний период (с 1 апреля по 13 мая). В результате засушливых условий в конце мая отмечалось отсутствие всходов *Puccinellia tenuissima*. К концу июля площадь фитоценоза была занята сведой линейнолистной с отдельными разреженными группировками бескильницы. Следует отметить, что для данного фитоценоза характерна смена видового состава внутри одного сезона за счет имеющего короткий цикл ранневегетирующего клоповника хрящеватого *Lepidium cartilagineum*. В отдельные годы (средние по режиму увлажнения) проективное покрытие клоповника достигает 40%, что увеличивает общее проективное покрытие сообщества до 70%. В конце июня жизненный цикл клоповника завершается, отмечается полное усыхание побегов. К этому времени в сведовом фитоценозе происходит разрастание бескильницы тончайшей (ПП

до 40%). В 2015 году отмечалось крайне низкое количество осадков в осенний (2014), зимний и весенний периоды, а также длительные периоды высоких температур воздуха летом. В результате, в конце мая, в июне отсутствовали всходы *S. linifolia*, обнаружены единичные всходы *Puccinellia tenuissima* и высокое проективное покрытие клоповника хрящеватого (до 50%). В начале июля после первых обильных дождей прирост сведы и бескильницы возобновился.

При анализе корреляционной связи между количеством осадков в течение вегетационного сезона и проективным покрытием всего сообщества в целом и видов-доминантов выявлены различные закономерности. Общее проективное покрытие (ОПП) сведового фитоценоза имеет очень слабую связь с изменением количества осадков в период с апреля по октябрь ($r = -0.24$, $n=13$). Следует отметить, что за 13 лет наблюдений существенных колебаний ОПП сообщества отмечено не было. За счет изменения доли участия отдельных видов происходила адаптация фитоценоза к изменяющимся внешним условиям. Соотношение видов-доминантов, напротив, претерпевало значительные изменения. Отмечена средняя положительная корреляция между проективным покрытием содоминанта *Puccinellia tenuissima* и количеством осадков ($r = 0.60$, $n=13$), что подтверждено геоботаническими описаниями. В засушливые годы, когда концентрация легкорастворимых солей существенно возрастала (до 1,5 раз), участие бескильницы заметно сокращалось. Доминант сообщества эугалофит *Suaeda linifolia* оказался менее зависим от условий увлажнения вегетационного сезона. Коэффициент корреляции составил $-0,54$ ($n = 13$). В годы с обильными осадками участие сведы несколько сокращалось, что связано с процессами рассоления поверхностного слоя почвы и более интенсивным ростом бескильницы.

Таким образом, в результате исследований показано, что межгодовые изменения общего проективного покрытия растительности галофитных лугов в условиях островных степей Минусинской котловины имеют слабовыраженный характер, в то время как участие отдельных видов варьирует. Виды-доминанты в силу физиологических особенностей по-разному реагируют на смену режима осадков, и в зависимости от их величины увеличивают, либо уменьшают свое проективное покрытие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта № 18-416-243002 р_мол_а.

Список литературы

Ипатов, В.С. (2015) Использование проективного покрытия для оценки роли видов в пространственной структуре сообществ. *Ботанический журнал* 1 (5): 508-512.

Korolyuk, A.Y., Anenkhonov, O.A., Chepinoga, V.V. & Naidanov B.B. (2017) Communities of annual halophytes (Thero-Salicornietea) in Transbaikalia (Eastern Siberia). *Phytocoenologia* 47 (1): 33–48.

Постпирогенная сукцессия в условиях горной тундры Хибин

Маслов М.Н.¹, Копейна Е.И.², Маслова О.А.¹
maslov.m.n@yandex.ru

¹ г. Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

² г. Апатиты Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н.А. Аврорина

Наблюдаемое в последние десятилетия повышение частоты возникновения и площади пожаров в тундре, свидетельствует о возрастающей важности пирогенного фактора в функционировании тундровых экосистем, однако экологические последствия тундровых пожаров в том числе, динамика их растительного покрова, остаются пока малоизученными.

В 2016-2018 гг. нами исследованы постпирогенные горно-тундровые экосистемы Хибин (гг. Вудъяврчорр, Айкуайвенчорр, Кукисвумчорр). Постпирогенный ряд представлен экосистемами с разным сроком восстановления после пожара: 1 год (1+; пожар 2017 года), 2 года (2+; пожар 2014 года), 3 года (3+; пожар 2013 года), 12 лет (12+; пожар 2004 года) и 60 лет (60+; пожар 1955 года). В качестве контрольных были выбраны ерниковые (ЕР) экосистемы, наиболее подверженные возникновению пожаров. Для описания и классификации сообществ был использован метод Браун-Бланке и 6-балльная шкала оценки покрытия–обилия. На каждой гари и в контрольных сообществах в 12-кратной повторности были заложены пробные площадки (25×25 см) на которых методом укусов определяли запасы и структуру надземной фитомассы растений.

Природный пожар приводит к практически полному уничтожению надземной фитомассы, а также частичному сгоранию слоя мортмассы и органогенного горизонта почвы. Малонарушенные участки растительных сообществ тундры сохраняются только в местах с постоянным подтоком воды. В ходе постпирогенной сукцессии происходит усложнение структуры фитоценоза:

Гарь 1+ – разреженные группировки (ОПП 5-10 %) с преобладанием многолетних кустарничков *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Arctostaphylos urva-ursi*, *Arctous alpina*. Травянистая растительность выражена слабо и представлена, в основном, *Chamaenerion angustifolium*, а также единичными побегами *Linnaea borealis*, *Avenella flexuosa* и *Solidago virgaurea* ssp. *lapponica*.

Гарь 2+ – асс. *Arctoo–Empetretum hermaphroditi* (Zinserling 1935) Koroleva 1994, *Polytrichum juniperinum*-phase. Растительный покров несомкнут (ОПП 60 %), преобладают кустарнички *V. uliginosum*, *A. uva-ursi*, *A. alpina*. Травянистая растительность выражена слабо и представлена *Festuca ovina*, *Carex bigelowii* и *Ch. angustifolium*. Моховой ярус развит и представлен *Polytrichum juniperinum*.

Гарь 3+ – асс. *Arctoo–Empetretum hermaphroditi*, *Vaccinium myrtillus*-phase. Растительный покров несомкнут (ОПП 60%), преобладает *Vaccinium myrtillus*. Ярус травянистой растительности хорошо выражен и представлен *Ch. angustifolium*, *A. flexuosa*, *C. bigelowii*, *S. virgaurea* ssp. *lapponica*. Моховой ярус представлен *P. juniperinum*.

Гарь 12+ – асс. *Arctoo–Empetretum hermaphroditi*, *Vaccinium uliginosum*-phase. ОПП составляет от 40 до 90%, четко выражена горизонтальная мозаичность. В составе сообщества преобладают кустарнички *V. uliginosum*, *V. myrtillus*, *Betula nana*. Травянистые растения представлены *A. flexuosa*, *C. bigelowii*. В моховом ярусе доминирует *P. juniperinum*.

Гарь 60+ – асс. *Arctoo–Empetretum hermaphroditi*, *Vaccinium vitis-idaea*-phase. ОПП 80%, преобладают кустарнички *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *B. nana*. Участие травянистой растительности незначительно. В моховом ярусе преобладает *P. juniperinum*. Встречаются лишайники *Flavocetraria nivalis*, *Cetraria islandica*.

Ерnikово-вороничное (ЕР) сообщество – асс. *Arctoo–Empetretum hermaphroditi* с несомкнутым растительным покровом и мозаичной горизонтальной структурой. Преобладают *B. nana*, *Empetrum hermaphroditum*. Лишайниковый покров составлен кустистыми хионофобными лишайниками (*F. nivalis*, *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*).

Постпирогенные фитоценозы существенно различаются по общим запасам надземной биомассы растений (рис. 1А) и ее структуре (рис. 1Б). В первые годы после пожара восстановление надземной биомассы растений происходит достаточно интенсивно за счет сохранившихся подземных побегов кустарничков и заселения гарей мхами и травами. В дальнейшем, при увеличении доминирования кустарничков, скорость восстановления общих запасов надземной биомассы снижается и гари 3- и 12-летней давности по этому показателю не различаются. Восстановление запасов надземной биомассы до значений, статистически не отличающихся от контрольного участка, происходит только на гари 60-летнего возраста.

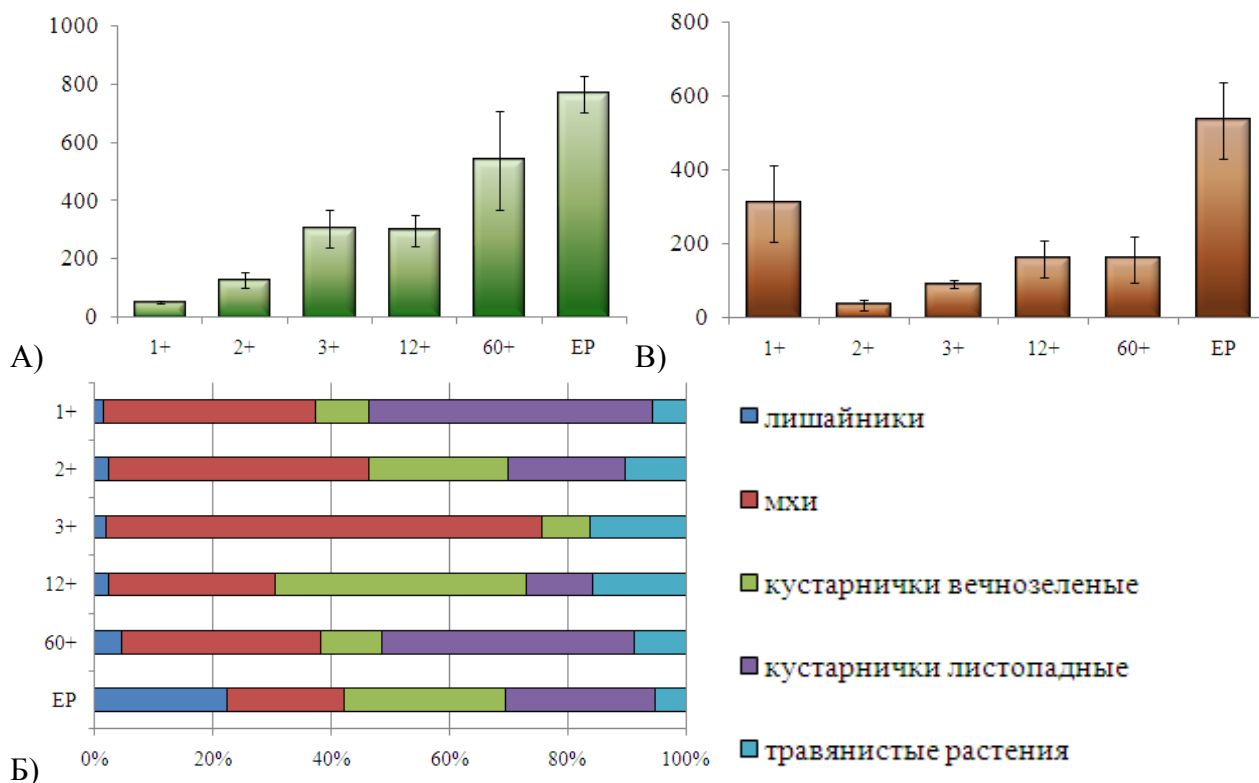


Рис. 1. Запасы (А) и структура (Б) надземной биомассы растений и надземной мортмассы (В) в горно-тундровых экосистемах постпирогенного ряда.

Несмотря на выгорание значительной части надземной мортмассы при пожаре, ее запасы на участках гари 1+ практически не отличаются от контрольных сообществ, что связано с отмиранием поврежденных пожаром растений. При дальнейшей сукцессии наблюдается резкое снижение запасов мортмассы, обусловленное процессами эрозии почвы и малым количеством ежегодно поступающего опада. Восстановление запасов надземной мортмассы происходит медленно и даже через 60 лет после пожара этот показатель остается ниже, чем на негоревших участках.

Таким образом, постпирогенные сообщества наследуют флористический состав предшествующих фитоценозов и относятся к ассоциации *Arctoo-Empetretum hermaphroditi*, последовательно проходя фазы от доминирования мхов до восстановления доминирования кустарничков. Восстановление растительного покрова происходит как за счет заселения адвентивными видами, так и за счет сохранившихся подземных побегов кустарничков. Восстановление общих запасов фитомассы происходит медленно и даже через 60 лет после пожара не происходит их полного восстановления. Растительные сообщества сохраняют следы пирогенного воздействия, что проявляется в высоком проективном покрытии травянистых растений, прежде всего, *C. angustifolium*, и листостебельных мхов (преимущественно *P. juniperinum*).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-34-00060 мол_а).

Фитоценоотическое разнообразие псаммофитных травяных сообществ с естественным возобновлением сосны в Южном Нечерноземье России

Купреев В. Э.

mimiparcs@gmail.com

г. Брянск, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Естественное возобновление сосны на автоморфных песчаных почвах – длительный и своеобразный с фитоценологических позиций процесс, который реализуется в ходе первичных и вторичных сукцессий в регионах с широким распространением песчаных массивов в Южном Нечерноземье России. Фитоценоотическое окружение сосны может накладывать отпечаток на формирование сосновых лесов разных типов и сказывается на времени, необходимом для лесовосстановления. В этом смысле интересным является выявление разнообразия растительных сообществ в псаммофитных местообитаниях, в которых идет инвазия сосны, и проходят первые этапы формирования лесного насаждения.

Авторами охарактеризовано фитоценоотическое разнообразие псаммофитной травяной растительности, в сообществах которой происходит или потенциально возможно восстановление сосны в Южном Нечерноземье России, и выявлены тренды формирования состава и структуры сообществ под влиянием ведущих экологических и ценоотических факторов.

Исследования проводились на территории Брянской, Калужской и Смоленской областей в 2010–2018 гг.; были выполнены более 150 геоботанических описаний псаммофитных травяных сообществ. Описанная растительность относится к классу *Koelerio-Corynephoretea* Klika 1931, который объединяет сухие травяные сообщества на песчаных почвах и каменистых обнажениях умеренной и бореальной зон Европы, островов Северной Атлантики и Гренландии (Mucina et al., 2016). В нашем регионе такие сообщества принадлежат к двум союзам: *Corynephorion canescentis* Klika 1931 и *Koelerion glaucae* Volk 1931 в составе порядка *Corynephoretalia canescentis* Klika 1934, объединяющего псаммофитные сообщества атлантической и субатлантической Европы (Mucina et al., 2016). Ранее их относили к порядку *Sedo acris-Festucetalia* Tx. 1951 nom. invers. propos. (= *Festucetalia vaginatae* Soó ex Vicherek 1972). В выявленных ассоциациях были определены состав и структура, местоположение, синтаксономическое положение, синтаксономическое разнообразие. Помимо сообществ ассоциаций, возобновление сосны отмечено в псаммофитных местообитаниях в сообществах безранговых единиц нескольких типов, названных по доминантам: базальных сообществах *Dicranum polysetum-Calluna vulgaris* [*Koelerio-Corynephoretea* + *Vaccinio-Piceetea*] и дериватных сообществах *Elytrigia repens-Erigeron annuus* [*Koelerio-Corynephoretea* + *Molinio-Arrhenatheretea*].

Отличительной особенностью состава ценофлор синтаксонов псаммофитной травяной растительности являются специфичный состав мохообразных и значительное разнообразие лишенобиоты. На площадках геоботанических описаний собраны и идентифицированы 26 видов лишайников.

Выявлены различия в экологических режимах местообитаний псаммофитных сообществ. В большинстве случаев экологические параметры синтаксонов по трем ведущим эдафическим факторам (влажность, реакция и богатство минеральным азотом почвы) ощутимо различаются и формируют достаточно компактные экологические пространства при DCA-ординации на основе шкал Н. Ellenberg et al. (1992).

Методом регрессионного анализа установлено, что видовое богатство псаммофитных сообществ проявляет зависимость на значимом статистическом уровне только от двух факторов. Следует отметить сложность подбора адекватной модели регрессии для указанных зависимостей, что вызвано следующими причинами. Во-первых, некоторые сообщества характеризуются низким видовым богатством, что способствует возрастанию ошибки при

расчете баллов по экологическим шкалам. Во-вторых, видовое богатство сообществ обусловлено сочетанным действием экологических факторов, в том числе антропогенных, сложно оцениваемых количественно.

В качестве модели, отражающей связь указанных показателей выбрана экспоненциальная зависимость, которая характеризует стремительный рост значений одной переменной от другой. Видовое богатство закономерно растет с возрастанием богатства минеральным азотом и, в меньшей степени, влажности почвы.

По результатам проведенного статистического анализа, количество растений *Pinus sylvestris* (любого возраста) на площадках не зависит от видового богатства сообществ, общего проективного покрытия травостоя (без участия сосны), отдельно вычисленного проективного покрытия мхов и лишайников, а также от средних баллов значений экологических факторов в сообществах. Единственным фактором, от которого выявлена зависимость количества деревьев сосны на площадках, является удаленность от источника диаспор, определяющая возможность инвазии.

В ходе исследования были выявлены ботанико-географические особенности псаммофитных травяных сообществ с восстановлением сосны. Псаммофитная растительность считается в большой мере аazonальной, так как экологические условия ее местообитаний в пределах разных ботанико-географических зон достаточно близки, а состав ценофлоры пионерных сообществ, сформированной на основе блока псаммофильных олиготрофов, на широтном градиенте остается в значительной мере похожим. Тем не менее, в исследуемом регионе в псаммофитных сообществах представлены характерные для зоны широколиственных лесов *Chamaecytisus ruthenicus* и *Genista tinctoria*; интересно присутствие ряда лесостепных по происхождению видов (*Koeleria glauca*, *Festuca beckeri*, *Jurinea cyanoides*) и высокие эдификаторные свойства центральноевропейского *Corynephorus canescens* на Юге Брянской области, а также широкое распространение инвазионных американских видов (*Erigeron annuus*, *E. canadensis*, *Lupinus polyphyllus*, *Oenothera biennis*, *O. rubricaulis*). Таким образом, псаммофитные травяные сообщества, в которых идет спонтанное восстановление сосны, в Южном Нечерноземье России имеют определенные ботанико-географические особенности, которые могут иметь важное значение для определения состава ценофлоры и экологических особенностей сосновых лесов при их возможном восстановлении в будущем.

Полученные данные по фитоценоотическому и флористическому разнообразию псаммофитной травяной растительности будут включены в единую базу данных по Южному Нечерноземью России с целью выявления экологических и ботанико-географических особенностей растительных сообществ данного типа в этом регионе.

Список литературы

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, W., Werner, W., Paulißen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scr. Geobot.* 18: 1–258.

Mucina, L. et al. (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl. Veg. Sci.* 19 (Suppl. 1): 3–264.

Развитие системы классификации петрофитных степей Южного Урала

Лебедева М. В., Ямалов С. М., Голованов Я. М.

lebedevamv@mail.ru

г. Уфа, Южно-Уральский Ботанический сад-институт УФИЦ РАН

Петрофитные степи широко распространены на Урале в пределах степной и лесостепной зон. Так, на Южном Урале в результате высокой степени антропогенной нагрузки и освоенности плакорных территорий под пашню склоновые каменистые местообитания становятся своеобразными рефугиумами степной флоры и растительности региона (Ямалов, Миркин, 2010). Это определяет актуальность изучения и разработки системы классификации данного типа сообществ. Кроме того, изучение петрофитных степей Южного Урала с характерным для них геологическим разнообразием субстратов, уникальным флористическим составом, большим числом эндемичных и реликтовых видов. является важным звеном в понимании и обобщении данных о растительности степного биома Евразии.

Сложность идентификации положения петрофитных степей Южного Урала в синтаксономическом пространстве определяется расположением региона на стыке крупных ботанико-географических провинций степной области Евразии: Восточно-европейской лесостепной, Западно-Сибирской лесостепной и Заволжско-Казахстанской степной. В пределах Южного Урала происходит смена зональных типов степей от луговых и богаторазнотравных на севере до сухих ковыльных солонцеватых степей с доминированием *Stipa lessingiana* на юге (а также их эдафических вариантов). Всё это определяет их высокое разнообразие.

Классификация петрофитной степной растительности Южного Урала долгое время проводилась на основании традиционного для России доминантного подхода. Классификация в рамках эколого-флористического подхода впервые была выполнена для создания системы степной растительности Башкирского Зауралья (Сайтов, 1992). Было предложено рассмотреть степи на каменистых субстратах в ранге союзов ***Galio-Onosmion*** Saitov, 1989 nom ined. (флористически богатые и мезофильные сообщества) и ***Orostachion spinosae*** Saitov, 1989 nom ined. (более ксерофильные сообщества сильно закамененных местообитаний с обедненным флористическим составом). Также были исследованы сообщества петрофитных степей горной части Южного Урала в пределах хребта Шайтан-Тау (Соломещ и др., 1994). Их значительное флористическое своеобразие послужило основой для выделения союза ***Scorzonero austriacae – Koelerion sclerophyllae*** Solomesch et al. 1994 с двумя подсоюзами, различающихся по степени каменистости субстрата и степени видового богатства. В 2000-х годах петрофитные сообщества изучались, преимущественно как компонент растительности особо охраняемых природных территорий (заповедников и национальных парков). Была показана высокая роль петрофитных степей на горных элементах рельефа в окружении агроландшафтов или лесной растительности как рефугиумов редких и нуждающихся в охране видов. Большое внимание уделялось исследованию экологических факторов разнообразия данного типа сообществ. (Жирнова и др., 2007). В то же время, все эти исследования охватывали относительно небольшие территории и не позволяли сформировать целостную систему классификации. Одной из первых была предложена система степной растительности Южного Урала, включающая 4 союза, разделенных на 2 подсоюза, один из которых является рефреном петрофитного варианта. (Миркин, Ямалов, 2010). Сложилось понимание о необходимости решения данной задачи на ином, системном уровне с привлечением обширного фактического материала для репрезентативного сравнения.

Позднее, предложение выделить петрофитные степи в ранге союза порядка ***Helictotricho-Stipetalia*** Toman 1969 было выдвинуто А.Ю. Королюком (2017), при этом сообщества Южного Урала занимали ранг подсоюза. Однако, данный анализ был построен

на относительно небольшом фактическом материале с ограниченной территории, синтаксоны выделялись провизорно и принятие окончательного решения также предполагалось только после вовлечения новых репрезентативных данных.

Основой данной работы послужили 1329 геоботанических описаний из базы данных травяной растительности Южного Урала (GIVD id 00-ru-006). Описания выполнены по стандартным методикам на пробных площадях в 100 кв.м., в некоторых случаях площадь описаний была меньше и соответствовала естественным границам фитоценоза. Пространственный широтный градиент составил более 800 км. Для выделения основных типов сообществ использован алгоритм TWINSpan, реализованный в пакете JUICE 7.0. Анализ результатов классификации позволил выделить 4 группы описаний, характеризующиеся своеобразием ценофлоры, экологической и географической дифференциацией.

Первый фитоценоз включает петрофитные степи южной оконечности Южного Урала (в пределах РБ и ОО), преимущественно в т.ч. Губерлинских Гор, Кувандыкского мелкосопочника. части Предуралья на гипсах, известняках, песчаниках и мергелях. Группа диагностических видов включает петрофитные виды, включенные в региональные Красные книги: *Elytrigia pruinifera*, *Hedysarum argyrophyllum*, *Linaria uralense*, эндемик Южного Урала *Thymus guberlinensis*, а также виды сухих степей.

Второй фитоценоз объединяет петрофитные степи Предуралья (в пределах РБ и ОО), преимущественно на известняковых субстратах. Диагностические виды: *Centaurea marschalliana*, *Trinia muricata*, *Hedysarum grandiflorum* и др.

Третий фитоценоз объединяет степи Зауралья, приуроченные к гранитам, яшмам и гипербазитам с высокой каменистостью субстрата. Их дифференцируют виды настоящих степей, а также типичные для региона петрофиты *Orostachys spinosa*, *Artemisia frigida*, *Dianthus acicularis* и др.

Четвертый фитоценоз включает петрофитные варианты луговых степей горно-лесной зоны и северные варианты петрофитных степей таежнолесного пояса Среднего Урала, встречающиеся на ультраосновных породах. При небольшой представленности типичных петрофитов (*Centaurea sibirica*) данный фитоценоз хорошо характеризуется группой луговостепного (*Fragaria viridis*, *Filipendula vulgaris*, *Dianthus versicolor* и др.) и лугово-опушечного разнотравья (*Origanum vulgare* и др.).

Все 4 фитоценоза имеют выраженную группу общих видов (*Alyssum tortuosum*, *Galium octonarium*, *Allium rubens* и др.), которая дифференцирует их от зональных типов степей и позволяет предложить рассматривать все петрофитные степи Южного Урала в ранге отдельного союза порядка *Helictotricho-Stipetalia* класса *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. Ex Soo 1947.

Список литературы

Саитов, М.С. (1992) Эколого-ординационный анализ степной растительности Башкирского Зауралья. Уфа. 143 с.

Соломещ, А.И., Григорьев, И.Н., Мулдашев, А.А., Алимбекова, Л.М. (1994) Растительный покров хребта Шайтан-Тау. В книге: Кучеров Е.В. (ред.) *Дубравная лесостепь на хребте Шайтан-Тау и вопросы ее охраны*. УНЦ РАН, Уфа, сс. 27–96.

Королюк, А.Ю. (2017) Степи Северного Казахстана — синтаксономическая ревизия. *Растительность России* 30: 61–77.

Ямалов, С.М., Миркин, Б.М. (2010) Флористическая и географическая дифференциация настоящих и луговых степей Южного Урала. *Растительный мир Азиатской России* 2: 58–65.

Жирнова, Т.В., Ямалов, С.М., Миркин, Б.М. (2007) Степи Башкирского государственного природного заповедника: анализ вклада ведущих факторов и синтаксономия. *Бюлл. МОИП. Отдел биологический* 112 (5): 36–45.

Кальцефильные травянистые сообщества памятника природы «Истоки реки Оредеж в урочище Донцо» (Ленинградская область)

Сукристик В. А., Сумина О. И.

v.sukristik@spbu.ru

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

В лесной зоне сокращение использования земель сельскохозяйственного назначения наряду с изменением правового режима их использования, что сопровождается, как правило, дальнейшей застройкой сельхозугодий, представляет угрозу сохранению открытых травянистых сообществ и связанных с ними видов. Это делает неотложными не только инвентаризацию и оценку состояния растительности сохранившихся открытых участков в целях поддержания биологического разнообразия региона, но и анализ факторов их устойчивости для разработки природоохранных мероприятий. В этой связи наибольший интерес представляют особо охраняемые природные территории, на которых сохранились участки редких типов травянистых сообществ.

Комплексный памятник природы регионального значения «Истоки реки Оредеж в урочище Донцо», находящийся на юго-западе Ленинградской области, создан в существующих границах постановлением Правительства Ленинградской области от 26.12.1996 №494 с целью в том числе «сохранения альваров (лугов на известковой плите) с редкими степными видами растений». Территория памятника природы располагается на юго-востоке Ижорской возвышенности, сложенной ордовикскими известняками, перекрытыми маломощными моренными суглинками. Высокое естественное плодородие почв, а также ровный и слабоволнистый рельеф обусловили значительную сельскохозяйственную освоенность ландшафтов. Лугово-лесной ландшафт, сложившийся на данной территории за столетия ведения традиционного сельского хозяйства, в середине XX в. был существенно преобразован открытой разработкой Кюрлевского гажевого месторождения (ныне выработанного), в результате чего значительные площади заняли обводненные карьеры и отвалы известнякового щебня. В растительном покрове района преобладают различные типы лесов как близких к коренным, так и производных, а также представлены луга и низинные болота, занимающие небольшие площади. Высокая природоохранная ценность открытых сообществ памятника природы, обусловленная присутствием в них охраняемых видов и географической ограниченностью их распространения, сочетается с высокой угрозой их утраты, как вследствие естественного зарастания части лугов лесом, так и из-за неконтролируемой рекреационной нагрузки по берегам водоемов, возникших на месте карьеров, где расположены основные участки лугов. При разработке природоохранных мероприятий к этим сообществам требуется особое внимание.

Наибольшую природоохранную ценность представляют низкотравные и мелкотравные кальцефильные луга и ключевые болота, для характеристики которых в 2018 г. были выполнены геоботанические описания. Анализ и сравнение описаний с использованием коэффициентов фитоценотического сходства Глисона и Евклидовой дистанции позволили выделить несколько групп кальцефильных лугов (22 описания), пустошь (1 описание), а также ключевые болота (4 описания).

Наиболее широко представлены на территории памятника природы сухие низкотравные и свежие мелкотравные кальцефильные луга со значительным участием мезофильных видов.

Низкотравные луга располагаются на почвах с близким к поверхности залеганием известняка и характеризуются хорошо развитым низким травяным покровом (10-15 см), в котором заметную роль играют кальцефильные *Carex ornithopoda* Willd., *Crepis praemorsa* (L.) Turcz., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., луговые *Briza media* L., *Leontodon hispidus* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Plantago lanceolata* L., *Plantago urvillei* Opiz, *Polygala comosa*

Schkuhr и др., а также южно-луговые *Anthyllis vulneraria* L., *Carlina vulgaris* L., *Centaurea scabiosa* L., *Origanum vulgare* L., *Trifolium montanum* L., *Veronica teucrium* L. и др. Отличительной чертой этих лугов является наличие одиночных особей можжевельника и развитый моховой покров.

Мелкотравные луга, располагающиеся на более мощных, влажных и богатых почвах, характеризуются более высоким травяным покровом (до 30 см), в котором заметную роль играют луговые мезофильные *Dactylis glomerata* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Trifolium medium* L. и др. виды, моховой покров не развит. Среди мелкотравных лугов на территории памятника природы наиболее широко представлены сообщества со значительным обилием охраняемого кальцефильного *Carex flacca* Schreb, имеющие немало общих видов с сухими низкотравными лугами.

Кроме того, на исследуемой территории на незначительных по площади участках были описаны 2 сообщества мелкотравных кальцефильных лугов, в одном из которых, помимо *Carex flacca*, содоминируют *Trifolium montanum* и включенный в Красную книгу Ленинградской области *Helictotrichon pratense* (L.) Besser, а в другом абсолютным доминантом является охраняемый кальцефильный *Carex tomentosa* L.

На наиболее богатых почвах в мелкотравных лугах заметную роль может играть охраняемый в Ленинградской области центральноевропейский опушечно-неморальный *Colchicum autumnale* L., который вместе с *Aegopodium podagraria* L. становится содоминантом.

Для всех обследованных луговых сообществ характерны высокий уровень видовой насыщенности (до 64 видов сосудистых растений на 100 кв.м), а также не только присутствие охраняемых видов (*Gentiana cruciata* L., *Orchis militaris* L. и др.), но и значительное обилие некоторых из них (*Carex flacca*, *C. tomentosa*, *Colchicum autumnale*).

Пустошное сообщество с неразвитым травяным ярусом, в котором преобладает *Pilosella officinarum* F.W. Schultz & Sch. Bip., с несколькими особями охраняемого *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser и почти сплошным моховым покровом из *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp., несмотря на обедненный видовой состав (34 вида на 100 кв.м), флористически близко к сухим низкотравным кальцефильным лугам, и, вероятно, является одной из стадий зарастания отвалов известнякового щебня на берегу Кюрлевского карьера.

Заброшенными залежами являются, по всей вероятности, менее богатые (33-39 видов на 100 кв.м) сообщества, сложенные в основном *Picris hieracioides* Sibth. & Sm., *Bunias orientalis* L., *Hieracium umbellatum* L., *Pastinaca sativa* L. и другими сорными видами, с участием луговостепных *Galium verum* L. и *Medicago falcata* L., а также охраняемых *Cypripedium calceolus* L. и *Herminium monorchis* (L.) R.Br.

Луговой кальцефильный *Carex flacca* зачастую заходит и в болота, формирующиеся по берегам водоемов в карьерах на карбонатной гаже, и совместно с *Molinia caerulea* (L.) Moench и ключево-болотными осоками (*Carex capillaris* L., краснокнижными *C. buxbaumii* Wahlenb. и *C. hostiana* DC.) образует менее богатые видами (16-24 вида на 100 кв.м) сообщества мелкотравных ключевых болот, в которых участвует охраняемый *Pinguicula vulgaris* L. и местами развит моховой покров из гипновых мхов.

Природоохранная ценность кальцефильных сообществ памятника природы «Истоки реки Оредеж в урочище Донцо» обусловлена не только наличием, но и значительным участием в них охраняемых специализированных видов. Часть описанных сообществ действительно близка к альварам – травянистым сообществам на карбонатсодержащих породах со значительным участием растений, фитоценотический оптимум которых сдвинут к более южным районам. Распространение альваров крайне ограничено несколькими островами Балтийского моря, его побережьем на территории Эстонии и отдельными участками в Фенноскандии.

Природные кормовые экосистемы России

Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П.

vniikormov@mail.ru

*г. Лобня, Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса*

Среди природных богатств России важное место занимают природные кормовые угодья – пастбища и сенокосы. Кормовые экосистемы включают 92,5 млн га природных кормовых угодий и 335 млн га оленьих пастбищ, всего около $\frac{1}{4}$ части территории Российской Федерации. Являясь одним из основных компонентов биосферы, кормовые экосистемы выполняют важнейшие продукционные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны (Кормопроизводство ..., 2014).

Природные кормовые угодья – сенокосы и пастбища с естественным растительным покровом, представляют собой вид земельных ресурсов, являющихся объектом землепользования и средством производства в сельском хозяйстве. По сравнению с сеяными сенокосами и пастбищами они обычно расположены в более экстремальных природных условиях (переувлажнённые или затопляемые земли, засушливые территории, склоны, эродлируемые или дефлируемые земли и др.). Значение, функции и потенциал природных кормовых угодий в биосфере, агроландшафтах, сельском хозяйстве и экологии очень значительны. Луга и культура многолетних трав обеспечивают аккумуляцию солнечной энергии и накопление биомассы в биосфере и агроландшафтах, накопление углерода и накопление гумуса, многообразие, биоразнообразие и устойчивость экосистем.

Оценка состояния и продуктивности природных кормовых угодий России выполнена с использованием собственных и литературных наземных и дистанционных данных, геоботанических карт, районирований природных кормовых угодий страны, статистических данных, опубликованных и фондовых материалов ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса

Неудовлетворительное состояние природных кормовых угодий является следствием влияния негативных природных и антропогенных (чрезмерные или недостаточные нагрузки) факторов. В результате влияния негативных процессов, 2/3 площадей природных кормовых угодий нуждаются в улучшении из-за низкого качества и мелиоративной неустроенности земель: 30 % эродировано и дефлировано, 23 % переувлажнены и заболочены, 38 % засоленные, солонцеватые и с солонцовыми комплексами, 11 % каменистые, более 40 % залесённые, закустаренные, закочкарённые, более 30 % сбитые, засорённые вредными и ядовитыми растениями, подверженные воздействию вредителей и болезней (Trofimov et al., 2014, Трофимов и др., 2016, 2018).

Ресурсы природных кормовых угодий России очень велики и, соответственно, их значение и вклад в биосферу огромны. Кормовые ресурсы всех кормовых экосистем на территории России, включая природные кормовые угодья и оленьи пастбища, составляют 130–180 млн т сухого вещества (СВ). Общий запас корма на природных кормовых угодьях России, который можно использовать без ущерба для экосистем, составляет 60 – 80 млн т СВ. Общий запас корма (в млн т СВ) в тундровой и лесотундровой зонах на природных кормовых угодьях составляет 0,2–0,3, на оленьих пастбищах – 40–60; в лесной зоне – 25–35 и 20–35 соответственно; в лесостепной и степной зонах на природных кормовых угодьях – 20–25; в полупустынной и пустынной зонах – 2,0–4,0; в горных районах – на природных кормовых угодьях – 10–25, на оленьих пастбищах – 12–25.

Продуктивность, качество и запасы корма подвержены значительной сезонной и многолетней динамике. Весной идет активное нарастание кормовой массы, которая в это время в среднем достигает 20–50 % от ее максимального количества и характеризуется наивысшим качеством. Максимальное количество кормовой массы (100 %) для большинства типов природных кормовых угодий приходится на летний и летне-осенний периоды, однако

качество корма при этом начинает снижаться. Осенью количество кормовой массы составляет 50–100 % от ее максимального количества. Наименьшее количество кормовой массы (20–60 % от ее максимального количества) сохраняется на природных кормовых угодьях в зимний период, качество корма при этом снижается в 2–3 раза и более.

В неблагоприятные годы наблюдается снижение продуктивности и запасов корма природных кормовых угодий до 2–3 раз, в экстремальных условиях Юга России – до 5–7 раз. В благоприятные годы продуктивность и запасы корма природных кормовых угодий повышаются в 1,5–2 раза.

В результате недоиспользования или отсутствия использования природных кормовых угодий снижение запасов корма на отдельных территориях может достигать 30–50 %. Оленьи пастбища используются на 15–20 %. Недоиспользование природных кормовых угодий и отсутствие ухода за ними в настоящее время приводит к значительному развитию негативных процессов, ухудшающих их качество. Негативные процессы приводят к нарушенности земель водной и ветровой эрозией, переувлажненности и заболоченности угодий, неудовлетворительному культуртехническому состоянию пастбищ и сенокосов (зарастанию лесом и кустарником, покрытию кочками, сбитости пастбищ).

От $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ части пастбищ и сенокосов в настоящее время характеризуется неудовлетворительным культуртехническим состоянием. Так, 20–30 % их площади заросли кустарником и мелколесьем (в том числе 15–17 % – средне и сильно), 10–15 % покрыты кочками (в том числе 5–10 % средне и сильно). Зарастание угодий древесно-кустарниковой растительностью является очень динамичным показателем в лесных зонах и через 5–10 лет степень зарастания может увеличиться от слабой до сильной.

В последнее время наблюдается значительное зарастание неиспользуемых (заброшенных) кормовых угодий и неиспользуемой пашни кустарником и мелколесьем, распространение кочек на этих угодьях. Местами площади, покрытые кочками, увеличились в 2–3 раза, а их количество возросло в 3–5 раз из-за недоиспользования и отсутствия ухода за пастбищами и сенокосами. Разрастается также крупное разнотравье, малоценное в кормовом отношении.

В результате чрезмерных антропогенных нагрузок происходит деградация природных пастбищ, которая влечет за собой негативные изменения состава растительности, деградацию и снижение продуктивности природных пастбищ, качества и запасов корма до 3–5 раз, а на отдельных территориях приводит к полной потере их значения как источника кормов, эрозии почв, другим неблагоприятным изменениям окружающей среды.

Деградация природных пастбищ Юга России сопровождается интенсивным разрушением почвенного покрова, появлением пыльных бурь, увеличением площадей развеваемых песков. Все эти негативные процессы, в зависимости от степени их проявления, снижают продуктивность, качество и запасы корма на природных кормовых угодьях, затрудняют их использование и улучшение. Рациональное использование и улучшение природных кормовых угодий может повысить их продуктивность в 2–5 раз.

Список литературы

Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика) (2014) / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова. Типография Россельхозакадемии, Москва, 135 с.

Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva, E.P. (2014) Agrolandscapes of Central Chernozem region. *Biology bulletin* 41 (10): 901–906.

Трофимов, И.А., Трофимова, Л.С., Яковлева, Е.П. (2016) Продуктивность природных кормовых угодий России. *Использование и охрана природных ресурсов в России* 1: 42–50.

Трофимов, И.А., Трофимова, Л.С., Яковлева, Е.П. (2018) Экологические основы природопользования в сельском хозяйстве Восточной Сибири. *Труды Кубанского государственного университета* 3 (72): 348–351.



Болотоведение

Экологические особенности растительности болот Среднерусской возвышенности

Волкова Е.М.¹, Розова И.В.²
convallaria@mail.ru

¹ г. Тула, Тульский государственный университет

² г. Тула, музей-заповедник «Куликово поле»

Болота для Среднерусской возвышенности являются редким типом экосистем в силу комплекса физико-географических условий. Для выявления разнообразия растительных сообществ болот указанной территории применен эколого-фитоценотический подход (Цинзерлинг, 1938; Юрковская, 1995). Результаты показали, что разнообразие растительности болот Среднерусской возвышенности представлено 44 ассоциациями, включающими 31 субассоциацию и 12 вариантов. Все выделенные синтаксоны отнесены к 28 формациям, 9 группам формаций и 5 типам растительности: древесный, древесно-моховой, кустарниковый, гидрофильно-травяной и гидрофильно-моховой. Анализ принадлежности ассоциаций к типам водно-минерального питания свидетельствует о доминировании эвтрофных синтаксонов. Из 44 ассоциаций эвтрофными являются 26 (59%), мезотрофными – 11 (25%), олиготрофными – 7 (16%) (Волкова и др., 2018).

Применение экологических шкал Д.Н. Цыганова (1983) позволило выявить отличия между разными синтаксонами. Полученные значения экологических шкал для ассоциаций с разным водно-минеральным питанием (табл. 1) свидетельствуют о снижении баллов трофности (TR) от эвтрофных (6,2) к олиготрофным (4,2) синтаксонам. Иными словами, эвтрофные синтаксоны принадлежат к гликопермезотрофной экологической группе, а олиготрофные – к гликосубмезотрофной. Сходная тенденция характерна и для содержания азота (NT) в болотных биотопах: баллы меняются от 5,4 в эвтрофных до 3,7 в олиготрофных ценозах.

По увлажнению болотных субстратов (HD) отличий между ассоциациями, сформировавшимися в разных условиях питания, не выявлено – все синтаксоны относятся к мокро-лесолуговой группе (баллы 15,8-16,0). Однако, ассоциации отличаются по переменной увлажнения (FH). Так, если олиготрофные ценозы формируются в условиях относительно устойчивого увлажнения (балл 3,6), то эвтрофные ценозы характеризуются сезонной амплитудой уровня залегания болотных вод, т.е. увлажнение является слабо переменным (балл 5,2), что обеспечивает аэрацию корнеобитаемого горизонта. С этим связано интенсивное закисление (RC) олиготрофных биотопов (балл 5,0) по сравнению с субстратами эвтрофных ассоциаций (балл 6,4).

Освещенность (LC) олиго-, мезо- и эвтрофных ассоциаций не отличается, поскольку в каждой рассматриваемой группе представлены как облесенные (древесные, древесно-моховые), так и безлесные (гидрофильно-травяные, гидрофильно-моховые) синтаксоны.

По термоклиматической шкале (TM) отличия также несущественны – ассоциации относятся к мезобореальной – суббореальной экологическим группам. Тем не менее, олиготрофные синтаксоны имеют «бореальный» облик (балл 6,6), в то время как эвтрофные ассоциации «тяготеют» к бореонеморальной группе (балл 7,6).

Сходная ситуация выявлена и по омброклиматической шкале (OM). Показано, что олиготрофные ассоциации относятся к субгумидной группе (балл 9,4), что коррелирует с их максимальной представленностью в таежной зоне. При этом, эвтрофные ассоциации принадлежат к семиаридной группе (балл 8,4), т.е. способны формироваться в более сухом (субаридном/субгумидном) климате. Полученные результаты объясняют доминирование эвтрофных ассоциаций и редкость мезо- и олиготрофных синтаксонов на болотах Среднерусской возвышенности, большая часть территории которой расположена в лесостепной зоне. По криоклиматической шкале также показано, что олиготрофные

синтаксоны «тяготеют» к криотермной группе (балл 6,0 – условия довольно суровых зим), в то время как мезо- и эвтрофные синтаксоны – к субкриотермной (условия умеренных зим). По шкале континентальности климата (KN) отличий между синтаксонами не выявлено.

Таблица 1

Обобщенные значения экологических шкал для разных синтаксонов растительности болот Среднерусской возвышенности

Экологические шкалы	Ассоциации*		
	<i>эвтрофные</i>	<i>мезотрофные</i>	<i>олиготрофные</i>
TR	6,2±0,5	4,9±0,5	4,2±0,3
NT	5,4±0,4	4,4±0,5	3,7±0,3
HD	15,8±0,3	16,1±0,3	16,0±0,3
FH	5,2±0,4	4,7±0,6	3,6±0,4
RC	6,4±0,3	5,7±0,4	5,0±0,3
LC	3,7±0,3	3,4±0,2	3,2±0,1
TM	7,6±0,2	7,1±0,3	6,6±0,2
OM	8,4±0,2	8,8±0,3	9,4±0,2
KN	8,5±0,1	8,6±0,1	8,6±0,1
CR	6,9±0,2	6,5±0,3	6,0±0,2

*(значения шкал выражены в баллах)

Проведенный анализ состояния болотных биотопов выделенных ассоциаций с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова подтверждает их существенные отличия по трофности (в том числе – богатству азотом) и переменности увлажнения, а также по кислотности. Выявлена тенденция приуроченности эвтрофных синтаксонов к более теплым и сухим климатическим условиям, а олиготрофных – к прохладным и влажным.

Как видно, синтаксоны растительности болот Среднерусской возвышенности формируются в определенных экологических условиях. Применение бестрендового анализа соответствия (DCA) с использованием программы PC-ORD for Windows v. 4.01. подтвердило, что наиболее существенные отличия между синтаксонами наблюдаются по таким факторам среды, как гидрологический режим (переменность увлажнения) и минерализация питающих вод (трофность биотопов). Таким образом, именно специфика гидролого-гидрохимического определяет неоднородность растительного покрова болот Среднерусской возвышенности.

Список литературы

Волкова, Е.М., Зацаринная, Д.В., Розова, И.В. (2018) Синтаксономия и экологические особенности растительности болот Среднерусской возвышенности. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» 2: Махачкала: АЛЕФ, с. 19-21.

Цинзерлинг, Ю.Д. (1938) Растительность болот. Растительность СССР 1: 355-428.

Цыганов, Д.Н. (1983) Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 197 с.

Юрковская, Т.К. (1995) Высшие единицы классификации растительности болот. Ботанический журнал: 80, 11: 28–33.

Растительность горных верховых болот Южного Урала

Ивченко Т.Г.

ivchenkotat@mail.ru

г. Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Вопросам типологии растительных сообществ верховых болот различных регионов РФ посвящен целый ряд работ, который, к сожалению, до сих пор не охватывает всю территорию нашей страны. Наши исследования проходили в одном из таких регионов - Южно-Уральском (в пределах Челябинской области), в его горной части.

Цель нашей работы - выявить разнообразие и особенности состава и структуры растительных сообществ горных олиготрофных болотных участков Южно-Уральского региона.

Материалами для данной работы послужили 180 геоботанических описаний растительных сообществ с доминированием олиготрофных сфагновых мхов: *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. angustifolium*. Описания выполнены на 26 верховых болотах и 30 болотных массивах иного типа питания в течение полевых сезонов 2000-2016 гг. Классификационные построения основывались на эколого-фитоценоотическом подходе.

Все описанные сообщества отнесены к типу растительности *Hygrosphagnion*, к двум 2 классам формаций - минеротрофно-сфагновому и омбротрофно-сфагновому (Кузнецов, 1981; Юрковская, 1995), 5 формациям, 9 ассоциациям.

Ниже приводится классификационная схема (продромус), дающая представление о фитоценоотическом разнообразии растительных сообществ горных болотных экосистем Южно-Уральского региона.

Тип растительности *Hygrosphagnion*

Класс формаций Минеротрофно-сфагновый

Группа формаций Олиготрофно-сфагновая

Формация *Cariceto lasiocarpa-Sphagneta fusci*

1. Асс. *Empetrum hermaphroditum*+*Carex lasiocarpa* - *Sphagnum fuscum*

Формация *Menyanto trifoliata-Sphagneta magellanic*

2. Асс. *Chamaedaphne calyculata*+*Menyanthes trifoliata*-*Sphagnum magellanicum*

Класс формаций Омбротрофно-сфагновый

Группа формаций Омбротрофно-древесно-кустарничково-сфагновая

Формация *Sphagneta fusci*

3. Асс. *Chamaedaphne calyculata*-*Sphagnum fuscum*
4. Асс. *Empetrum hermaphroditum*-*Sphagnum fuscum*

Формация *Pineto sylvestris-Sphagneta angustifolii*

5. Асс. *Pinus sylvestris*-*Empetrum hermaphroditum*-*Sphagnum magellanicum*+*S. angustifolium*
6. Асс. *Pinus sylvestris*-*Chamaedaphne calyculata*-*Sphagnum magellanicum*+*S. angustifolium*
7. Асс. *Pinus sylvestris*-*Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum fallax*+*S. angustifolium*

Группа формаций Омбротрофно-травяно-сфагновая

Формация *Sphagneta majori*

8. Асс. *Carex limosa*-*Sphagnum majus*
9. Асс. *Trichophorum cespitosum*-*Sphagnum majus*

Наиболее распространены сообщества **Омбротрофно-древесно-кустарничково-сфагновой** группы формаций, объединяющей сообщества болот атмосферного питания, для которых характерен весьма ограниченный набор видов сосудистых растений, в моховом ярусе доминируют олиготрофные сфагновые мхи: *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. angustifolium*. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют либо гипоарктобореальный вид

Empetrum hermaphroditum и бореальный *Vaccinium uliginosum* (в среднегорной части), либо бореальные виды *Chamaedaphne calyculata* и *Ledum palustre* (в низкогорной части Южного Урала) (Ивченко, Знаменский, 2018). Первые фитоценозы проявляют сходные черты с европейскими сообществами и были объединены в синтаксоны, отражающие и тесно связанные со спецификой географического положения Южно-Уральского региона, с особенностями распространения отдельных слагающих их видов растений (в первую очередь с ареалом *Empetrum hermaphroditum*). Вторая группа сообществ проявляет значительное сходство с подобными фитоценозами юго-востока Западно-Сибирской низменности, описанных Е.Д. Лапшиной (2010) в классе *Oxycocco-Sphagnetum* Br.-Bl. et R.Tx. 1943. При этом автор отмечает, что все сибирские сообщества данного класса физиономически резко отличаются от своих аналогов из Центральной и Западной Европы, а также европейской части России, так как для них характерен хорошо выраженный древесный ярус из *Pinus sylvestris*, обычно с незначительной примесью кедра – *Pinus sibirica*. Наличие древесного яруса из сосны свойственно и олиготрофным болотам Южно-Уральского региона, только в качестве примеси будет выступать *Betula pubescens*, а выше 550 м над ур. м. – *Picea obovata*. Характерно так же высокое постоянство бореальных лесных мхов (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*), что связано с особенностями роста сфагновых мхов в более континентальном климате по сравнению с Восточной и Северной Европой.

При типологии олиготрофных сообществ болотных участков атмосферного питания традиционно учитывается высота древостоя. Разные исследователи различают низкорослые, высотой 0,5-4,5 м, сосново-кустарничково-сфагновые сообщества со *Sphagnum fuscum* и более высокорослые (6-12 (18) м) болотные фитоценозы лесного облика с доминированием в моховом покрове *Sphagnum angustifolium* и *S. magellanicum*. При деления Омбротрофно-древесно-кустарничково-сфагновой группы формаций мы также придерживаемся этого принципа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00830а

Список литературы

Ивченко, Т.Г., Знаменский, С.Р. (2018) Растительный покров олиготрофных болот Южно-Уральского региона (в пределах Челябинской области). Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 8-23 июня 2018 г.). Т. 2: Геоботаника. Ботаническое ресурсосведение. Интродукция растений. Культурные растения. Махачкала: АЛЕФ, с. 57–59.

Кузнецов, О.Л. (1981) Структура и динамика фаций аапа болот Северной Карелии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск. 22 с.

Лапшина, Е.Д. (2010) Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Издательство Югорского государственного университета, Ханты-Мансийск. 186 с.

Юрковская, Т.К. (1995) Высшие единицы классификации растительности болот. *Ботанический журнал*. 80 (11): 28-33.

Фиторазнообразие переходных сосновых травяно-сфагновых болот долин малых рек на юге Архангельской области

Леонова Н.Б., Горяинова И.Н.

nbleonova2@gmail.com

г. Москва, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
географический факультет

Территория исследования располагается в подзоне средней тайги, в междуречье рек Устья и Кокшеньги, в пределах Устьянского плато, сложенного мергелями, доломитами, известняками пермского возраста, перекрытыми относительно маломощными четвертичными отложениями: ледниковыми валунными и озерно-ледниковыми суглинками и супесями, флювиогляциальными песками и супесями московского возраста. С участками неглубокого залегания карбонатных пород связано распространение дерново-карбонатных почв, в то время как зональными являются подзолистые почвы. Территория характеризуется высоким разнообразием экологических условий, что обеспечивает возможность существования здесь относительно богатой и разнообразной по эколого-ценотическим характеристикам флоры и растительности. На междуречьях и склонах моренно-эрозионной равнины произрастают еловые, сосновые и мелколиственные леса моховые, кустарничковые, мелкотравные, кисличные, папоротниковые и неморальнотравяные; а по плоским поверхностям распространены верховые кустарничково-сфагновые болота, имеются также ложбины с еловыми и мелколиственными неморальнотравяными и влажнотравными лесами. Наиболее дренированные участки с относительно богатыми почвами большей частью распаханы, развита овражная сеть. Долины малых рек – Заячьей и ее притоков Стругницы, Межницы и др. глубоко врезаются, хорошо разработаны, характеризуются несколькими уровнями поймы. Старичные и притеррасные понижения часто заболочены, при этом здесь развиваются не только низинные, но и переходные облесенные болота. Химизм вод и торфяной толщи долинных переходных болот характеризуется слабощелочной реакцией, что в целом нетипично для таежной территории.

Ботанико-географические исследования, проводимые в окрестностях Устьянской учебно-научной станции географического факультета МГУ с 1992 г., охватывают практически все экотопы территории. За годы многолетних наблюдений в маршрутных исследованиях и на постоянных пробных площадях накоплен большой объем геоботанических описаний, создана эколого-флористическая классификация растительности полигона практики и прилегающих территорий (Леонова, Горяинова, 2017).

Большой интерес представляют сообщества осоково-сфагновых переходных болот группы *Epipactis palustris*, где сочетаются виды классов ацидофильных мелкоосоково-гипновых и мелкоосоково-сфагновых болот класса *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (*Menyanthes trifoliata* L., *Comarum palustre* L., *Carex limosa* L.) и олиготрофных сфагновых болот класса *Oxycocco-Sphagnetum* (*Oxycoccus palustris* Pers., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench). В разреженном древесном ярусе преобладают сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.). Среди кустарников представлены бореальные виды: можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), роза иглистая (*Rosa acicularis* Lindl.), ива филиколистная (*Salix phylicifolia* L.), жимолость Палласа (*Lonicera pallasii* Ledeb.). Хорошо развит моховой покров, в котором преобладают виды сфагнума (*Sphagnum warnstorffii* Russow, *Sphagnum* spp.), довольно обильны *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch. et al, *Dicranum polysetum* Sw., *D. flexicaule* Brid., *Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr, *Rhizomnium pseudopunctatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop., а также гипновые мхи *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Drepanocladus* spp., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. Сообщества группы *Epipactis palustris* могут быть отнесены к союзу *Bistorto-Caricion diandrae* порядка

Sphagno warnstorffii-Tomentypnietalia класса *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (Смагин, 2007). Многие исследователи рассматривают такие болота как болота напорного питания, в том числе ключевые, своим происхождением обязанные подтоку глубинных, часто карбонатных вод (Балявичене и Григайте, 1999), они описаны в разных районах северо-запада и севера Европейской России (Смагин, 1999; Блинова, 2003 и др.).

Повторные описания, регулярно составляемые на двух участках переходных болот в пойме р. Заячьей в течение 1998-2018 гг., позволяют говорить об устойчивом сохранении набора дифференцирующих видов. При этом отмечены заметные разнородные изменения флористического состава и особенно обилия видов. В целом видовое богатство насчитывает 97 видов сосудистых растений и 7 видов мхов. Видовая насыщенность составляет 27-35 видов на пробную площадь 20X20м. Эколого-ценотический состав видов весьма своеобразен – здесь совместно произрастают представители восьми эколого-ценотических групп. Наиболее представительна группа бореальных видов (около 30% видового состава); влажнотравные виды составляют 22%; олиготрофные виды (9%) обитают в одном сообществе с представителями неморальной (11%), нитрофильной (14%) и луговой (10%) групп. Небольшую долю (3-4%) составляют представители боровой ЭЦГ и влаголюбивого высокотравья.

В данных сообществах постоянно встречается 9 видов семейства Orchidaceae – дремлик болотный *Epipactis palustris* (L.) Crantz, кокушник комариный *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. и кокушник ароматнейший *G. odoratissima* (L.) Rich., любка двулистная *Platanthera bifolia* (L.) Rich., мякотница однолистная *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., три вида пальчатокоренников – *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, *D. traunsteineri* (Saut.) Soo, *D. fuchsii* (Druce) Soo, тайник яйцевидный *Listera ovata* (L.) R. Br. Следует отметить, что популяции дремлика болотного, кокушника комариного, пальчатокоренника пятнистого, тайника яйцевидного достаточно многочисленны. В 2015-2016 гг. на болоте были обнаружены еще два редких представителя орхидных – венерин башмачок настоящий *Cypripedium calceolus* L. и дремлик широколистный *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, в последующие годы наблюдений они также отмечались в описаниях с небольшим обилием. Три из перечисленных вида орхидей (башмачок настоящий, пальчатокоренник Траунштейнера и кокушник ароматнейший) включены в Красную книгу РФ, а дремлик болотный – в Красную книгу Архангельской области (www.plantarium.ru).

Богатство и своеобразие флоры сообществ переходных болот, разнообразие представленных на них орхидных, позволяют ставить вопрос об охране этих территорий. Несомненно, что сохранению данного типа сообществ способствует местонахождение в труднодоступных, мало посещаемых участках долины малой реки.

Список литературы

- Балявичене, Ю., Григайте, О. (1993). Классификация растительности олиготрофных болот Литвы. *Вопросы классификации болотной растительности*. Наука, С-Пб, с. 67-75.
- Блинова, И.В. (2003). Онтогенетическая структура и динамика популяций *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) в разных частях ареала вида. *Ботанический журнал*. 88:6:36-47.
- Леонова, Н.Б., Горяинова, И.Н. (2017). Фиторазнообразие лесных сообществ в ландшафтах средней тайги Европейской России. *Proceedings of International Conference "Landscape Dimensions of Sustainable Development: Science - Planning - Governance"*, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, p.159-167.
- Смагин, В.А. (2007). Растительность союза Bistorto-Caricion diandrae all. nov. на болотах таёжной зоны европейской части России. *Ботанический журнал*. 92:9:1340–1365.
- www.plantarium.ru – Плантаруим. Открытый он-лайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран.

Болота южного склона кряжа Ветреный пояс (республика Карелия, Архангельская обл.)

Смагин В.А.¹, Антипин В.К., Бойчук М.А.²
amgalan@list.ru

¹ г. Санкт-Петербург, БИИ РАН им. В.Л. Комарова;

² г. Петрозаводск, Институт Биологии КНЦ РАН

Кряж Ветреный Пояс – возвышенность более чем на 250 км вытянутая с северо-запада на юго-восток вдоль южного берега Белого моря, от оз. Сумозеро до р. Онега. Высота кряжа 200-300 м, ширина 8 – 50 км, в среднем 30 км Куликов, Куликова (2009). Модельный участок, с преобладанием болот, идеальный для исследований, выбран с помощью ГИС-технологий на основе современных космических снимков и методов дешифрирования болотной растительности Антипин и др., (2017), вокруг оз. Пелозеро.

По занимаемой площади здесь преобладают олиготрофные грядово-мочажинные болота. Гряды, покрыты сообществами асс. *Ledo-Sphagnetum fusc.* Моховой ярус состоит из *Sphagnum fuscum* с небольшой примесью *S. angustifolium*. *Sphagnum magellanicum* и лишайники в моховом покрове не заметны. В травяно-кустарничковом ярусе обильны *Empetrum nigrum* и *Rubus chamaemorus*, постоянно встречающиеся *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium uliginosum*, *Betula nana* отмечены с меньшим покрытием. *Calluna vulgaris*, покрытия не имеет и встречен лишь в 15% описаний ассоциации. В равном числе описаний мочажин в травяном ярусе доминируют *Carex limosa* и *Scheuchzeria palustris*, и лишь в трех сообществах – *Rhynchospora alba*. Моховой ярус состоит либо из *Sphagnum majus*, либо из *S. balticum*. Моховой покров мочажин из *Sphagnum papillosum* отмечен значительно реже, а из *S. lindbergii*, лишь дважды. В восточной части кряжа, олиготрофные грядово-мочажинные болота имеют переходные черты между различными географическими типами, прибалтийским, средне-карельским и северо-восточно-европейским. По совокупности признаков они должны быть отнесены к последним. Наряду с грядово-мочажинными, встречаются коврово-мочажинные олиготрофные болота с вогнутой к центру поверхностью. Они располагаются на склонах к озеру, формой напоминая широкий, языкообразный желоб. Большая часть их площади приходится на обводненные ковры с вкраплениями мочажин и озерков. Ковры покрыты сообществами асс. *Eriophoro vaginati* – *Trichophoretum cespitosae* с моховым ярусом из *Sphagnum balticum*, *S. papillosum*, часто с примесью *S. compactum*. Изредка в роли доминанта мохового яруса отмечен и *Sphagnum tenellum*. С небольшим покрытием, но часто, встречается *Sphagnum rubellum*. В мочажинах и озерах располагаются сообщества ассоциаций *Rhynchosporium albae*, *Cladipodiello-Rhynchosporium albae*, *Caricetum limosae*, *Scheuchzerietum palustris*. В их составе, как и среди пухляково-сфагновых сообществ ковров, часто произрастает *Carex rostrata*. Эти болота соответствуют травяно-сфагновому мезоолиготрофному типу болот Елина, Юрковская (1988).

Специфика модельного участка проявляется в том, что отдельных болотных массивов на нем нет, все они включены в болотные системы, в которых, помимо олиготрофных, велика площадь и аапа болот. Граница между болотами этих типов бывает, как плавной, так и резкой, и не зная строения торфяной залежи трудно понять, где соседствуют разнотипные массивы, а где болотные участки. По растительности, аапа болота также отвечают признакам различных географических типов, карельского и онежско-печорского. Наиболее обширные аапа болота, отвечают признакам онежско-печорского типа. Гряды на них покрыты осоково-вахтово-сфагновыми сообществами, с доминированием в травяном ярусе *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa* и *Menyanthes trifoliata* и моховым ярусом из *Sphagnum papillosum*. В озерах произрастают единичные побеги вахты. Наиболее близкое к карельскому типу, аапа болото отмечено вблизи р. Илокса. Здесь среди олиготрофного болота на сотни метров простирается грядово-озерковый участок с грядами, покрытыми сообществами с сомкнутым травяным

ярусом из *Molinia caerulea* и *Carex lasiocarpa* (асс. *Molinio caerulei-Sphagnetum papilloso*) и сплошным ковром из сфагновых мхов и глубокими озёрками. На грядах произрастают типичные для карельских аапа болот виды: *Trientalis europaea*, *Juniperus sibirica*, *Calluna vulgaris*. Отмечен на них *Sphagnum subfulvum*. Обнаружены здесь и обширные аапа с молиниевых-осоково-сфагновыми грядами, но с набором видов карельских аапа, редуцированным до 2: *Molinia caerulea*, *Trientalis europaea*. Мочажины заняты сообществами *Menyantho-Rhynchosporium albae*, с обильной *Utricularia intermedia*. Признаки карельского и онежско-печорского типов здесь тесно переплетены. Помимо двух основных типов болот, отмечены и евтрофные болота богатого питания, лесные и открытые, в том числе образующие единую систему с мезоевтрофными аапа болотами карельского типа. На них встречен ряд редких для Архангельской области видов мхов: *Loeskyum badium*, *Scorpidium cossonii*, *Sphagnum subfulvum*, *S. platyphyllum*. Обнаружено второе в Архангельской области место произрастания *Carex livida*, находящейся на восточном краю ареала.

В сравнении с территорией, находящейся в 50 км к северу, вблизи вершины Шапочка, Елина, Юрковская (1988), и оз. Нюхчозеро (Антипин и др., 2001), в растительности болот проявляются существенные различия. Там, *Calluna vulgaris* не только постоянно встречается на грядах олиготрофных болот, но и доминирует в кустарничковом ярусе с покрытием 25 – 35%. Еще более разительны отличия по лишайникам. У г. Шапочка, на грядах олиготрофных болот их покрытие часто достигает 40%, мы же их отмечали лишь со значением +. Часто и в обилии встречается там *Trichophorum cespitosum*, доминирующий на всех формах микрорельефа. Произрастают там на грядах верховых болот *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, ни разу нами на грядах не обнаруженные, значительно чаще встречаются в мочажинах *Sphagnum lindbergii* и *S. tenellum* Елина, Юрковская (1988).

Такая контрастность в растительности удаленных на небольшое расстояние друг от друга болот, показывает, что находящиеся на пути морских воздушных масс возвышенности, существенно влияют на характер болотных экосистем, включая растительность и её пространственную структуру. В таких местах можно наблюдать сгущение ботанико-географических границ, разделяющих ареалы синтаксонов и географических типов болот и, весьма вероятно, болотных провинций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ 17-04-01749а, а также в рамках госзаданий Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, "Растительность Европейской России" Номер темы в РОСРИДе АААА-А17-117071760037-0; Института биологии КарНЦ РАН, тема № 0221-2017-0048, ФГБУ «Национальный парк «Водлозерский», тема № 051-00132-18-00.

Список литературы

Антипин, В.К., Бойчук, М.А., Бразовская, Т.И., Талбонен, Е.Л. (2001) Растительный покров болот национального парка «Водлозерский». Национальный парк «Водлозерский»: природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск. С. 135-144.

Антипин, В.К., Бойчук, М.А., Шредерс, М.А. (2017) Цифровые карты растительности южной части Национального парка «Водлозерский». Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера, 2017. Вып. 5. С. 67-80.

Елина, Г.А., Юрковская, Т.К. (1988) Болотные экосистемы низкогорий северной тайги. Болотные экосистемы европейского Севера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 5-24.

Куликов, В.С., Куликова, В.В. (2009) Ветреный Пояс. Карелия: энциклопедия: в 3 т. / гл. ред. А.Ф.Титов. Т. 2: К-П. Петрозаводск: ИД «ПетроПресс», с. 117—118.



Бриология

**Флюктуации доминантов мохового покрова на подвергающихся
затоплению и обсыханию участках повторно обводнённого, ранее
осушенного болота**

Войтехов М.Я.

mihail_voytehov@yandex.ru

г. Талдом, Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий

Изучаемые участки Дубненского лесо-болотного массива (имеющего, в целом, склоновую локализацию) были осушены в рамках проекта лесомелиорации в 1977 году и повторно обводнены в ходе противопожарных мероприятий в 2003 году путём перекрытия магистральных каналов осушительной сети непереливными плотинами. В год повторного обводнения было заложено 43 постоянные пробные площадки, на которых ежегодно велись геоботанические описания. Ниже речь идёт о двух площадках, на которых после обводнения сформировался сфагновый покров (описывались в сроки 10-25 июня). Торф верхних слоёв 50 см обеих описываемых площадок содержит более 80% остатков сфагноума (преобладает *Sphagnum angustifolium* (Russ. ex Russ.) C.Jens, примесь *S. magellanicum* Brid. s.l.), 10–15% пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.), по 1–3% остатков древесины и гипновых мхов. Ежегодно, в период весеннего паводка описываемые площадки затапывались, в связи с динамикой общей увлажнённости территории, связанной как с погодными условиями, так и эрозийными явлениями и деятельностью бобров, в некоторые годы площадки подвергались затоплению не только в периоды паводков, но и в течение всего вегетационного сезона, а в засушливые годы (2007, 2010-2012) полностью пересыхали (в такие годы уровень воды в прилегающей канаве опускался на 0,7 – 1,1 м ниже поверхности торфа, что существенно больше, чем на неосушенных участках болот).

В магистральную канаву, из которой происходит затопление площадки № 12а, где до и после осушительных и увлажнительных мероприятий в древостое доминирует сосна, вода поступает и с олигомезотрофного болота, и из черноольшаника, а также с прилегающих к болоту лугов на минеральной почве, в разные годы пропорция поступления с этих территорий менялась, что могло приводить к изменениям минерального богатства поступающей воды. В разные годы, начиная с третьего после повторного обводнения, в понижениях микрорельефа этой площадки в моховом покрове доминантами или субдоминантами были: *S. angustifolium*, *S. balticum* (Russ.) Russ. ex C.Jens., *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr., *S. girgensohnii* Russ., *S. subsecundum* Nees., присутствовали также *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr., *S. centrale* C.Jens. ex H.Arnell et C.Jens., *S. magellanicum*, *S. squarrosum* Crome (при общем покрытии мохового покрова в разные годы 25-70%). При этом, хотя в сухие годы гидро-гигрофильные виды мхов (*S. balticum*., *S. fallax*, *S. subsecundum*) не были отмечены в ходе мониторинга, в наступавшие затем влажные годы эти виды могли достигать высокого обилия (доминирования либо субдоминирования), что даёт основание предположить скорее сохранение в неблагоприятные годы вегетативных пропагул, чем массовое возобновление из спор (в первые годы повторного обводнения эти виды присутствовали в виде отдельных пучков, затем подушек и достигали доминирования или субдоминирования к третьему году после появления на площадке). Смены доминирующих видов на описываемой площадке (в отличие от незатапливаемых площадок на олиго-мезотрофном сфагновом торфе и площадок на низинных торфах, подробнее см.: Войтехов, 2012) дают основания говорить не о сукцессии в моховом ярусе, а о флюктуациях, связанных с режимами водного и водно-минерального питания. В травяном и кустарниковом ярусах, наряду с сохранившимися олиготрофными видами (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris* Pers.) и др., встречаются более эвтрофные виды: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Carex riparia* Curtis, *Licopodium annotinum* L., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Rchb.,

Rubus idaeus L., *R. saxatilis* L., *Salix aurita* L., обилие которых, начиная с четвёртого, после повторного обводнения, года флюктуирует в пределах ± 1 балл по шкале Д.Н. Цыганова (1983), что подтверждает отсутствие выраженной сукцессии и в этих ярусах.

Заслуживает внимания, что наиболее эвтрофный из отмеченных видов сфагнов – *S. squarrosus* не достигает заметного обилия в затопляемых депрессиях микрорельефа, в то же время на соседних незатопляемых участках (на таком же торфе), имеющих только атмосферное питание (вне постоянных пробных площадок), он формирует большие подушки с, в целом, более сильными побегами и более крупными листьями.

На площадке (№ 11а), отрезанной кавальером от поступления воды непосредственно из канавы и питаемой в основном атмосферными осадками, но имеющей такую же динамику водного режима, как и предыдущая, и до, и после осушительных и увлажнительных мероприятий в древостое доминирует берёза (здесь до осушения находился экотон между сфагновым и черноольховым болотами), в травяно-кустарниковом ярусе сохраняется выраженное доминирование тех же олиготрофных видов (из более эвтрофных встречаются (и довольно обильны) только *Carex riparia*, *Naumburgia thyrsiflora*, *R. saxatilis* и *Salix aurita* L.), в понижениях микрорельефа площадки в моховом покрове во влажные годы доминировали *S. balticum* и *S. fallax*, а в сухие – *S. angustifolium* и *S. centrale* (в примеси те же виды мхов, что и на предыдущей площадке). В наиболее глубоких и редко пересыхающих локальных понижениях на этой площадке встречается также *Calliergon stramineum* (Brid.) Kindb. Таким образом, при отсутствии возможного внешнего притока более минерализованных вод флюктуации доминантов мохового яруса происходили только по фактору общей увлажнённости.

Приведённые наблюдения показывают, что состав мохового яруса как в целом, так и, прежде всего, его доминантов, на участках, водно-минеральное питание которых связано не с сукцессионными процессами сравнительно больших болотных массивов, а определяется поступлением воды извне, может быть подвержен заметным флюктуациям по факторам как богатства элементами минерального питания, так и общей увлажнённости (в т.ч. полным сменам гигро-гидрофильных видов мезофильными и обратно). Это подчёркивает необходимость осторожного отношения к выделениям геоботанических ассоциаций по единичным описаниям объектов.

Требуют дальнейшего, более тщательного изучения вопросы классификации видов сфагновых мхов по экологическим шкалам, а также проверка выдвинутой выше гипотезы о возможности сохранения способных к быстрому возобновлению роста при восстановлении оптимальных для вида условий увлажнения вегетативных пропагул гигро-гидрофильных сфагнов в засушливые годы, а мезофильных видов сфагнов в условиях затопления (R.S. Clymo и J.G. Duckett, 1986) показали наличие живых клеток сфагновых мхов в слоях торфа на глубине до 60 см, в т.ч. в сероводородном слое, и возможности формирования полноценных гаметофитов из любых отдельных клеток сфагнума, кроме клеток веточных листьев).

Список литературы

Войтехов М.Я. (2012) Восстановление осушенных лесо-болотных угодий (на примере Дубненского лесо-болотного массива). Проблемы. Практика. Теория. Изд-е 2-е перераб. и доп. / ГУ Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий. – М.: АПКППРО. – 198 с.

Цыганов Д.Н. (1983) Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука. – 197 с.

Clymo R.S., Duckett J.G. (1986) Regeneration of Sphagnum // New Phytol., 102: 589-614.

Влияние зимовки под снегом на метаболом *Plagiochila asplenioides* (L. emend. Taylor) Dumort.

Глушкевич А.И.¹, Кушневская Е.В.¹, Шаварда А.Л.^{1,2}
zverochek2@gmail.com

¹ г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

² г. Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

При довольно простом анатомо-морфологическом строении печеночники (Marchantiophyta) обладают уникальным химическим составом. Они содержат большое количество различных вторичных метаболитов, которые могут служить растению для защиты от биотических и абиотических стрессов (Asakawa *et al.*, 2013). Есть вторичные метаболиты, характерные для определенных родов и семейств. Однако помимо систематического положения на метаболитный состав растений влияют условия внешней среды. Он меняется при стрессах, в разное время суток, при разной погоде, почвенных условиях, в зависимости от уровня конкуренции в сообществе и симбиоза с микроорганизмами, сезона. В разные сезоны содержание липофильных соединений меняется, достигая максимума в начале лета (Klavina *et al.*, 2018). Углеводы у мохообразных могут играть важную роль в приспособлении к условиям среды. Их содержание имеет сезонную динамику, разную у разных видов, а также может увеличиваться в периоды с большим количеством осадков (Klavina *et al.*, 2018). Растворимые сахара накапливаются при низкотемпературном стрессе, что указывает на их важную роль как осмопротекторов при замерзании (Glime, 2017). Однако, у антарктических видов мхов и печеночника *Cephaloziella exiliflora* (Tayl.) Steud. не было зарегистрировано сезонных изменений общего содержания сахаров. Отсутствие изменений объясняется частыми температурными изменениями, возможными в любой сезон. В тоже время исследование Glime приводит результаты работ в Арктике в которых было показано, что печеночники менее устойчивы чем мхи.

Целью данного исследования было выявить изменения метаболома печеночников в связи с существованием под снегом в зимний сезон.

Для исследования был выбран распространенный лесной вид *Plagiochila asplenioides* (L. emend. Taylor) Dumort. *P. asplenioides* широко распространена в Ленинградской области более обильна в южных и западных районах. Встречается преимущественно на почве в ельниках и ельниках с осинкой, кисличных, травяных на богатых почвах иногда на других субстратах.

Материал собирался в окрестностях г. Тосно (59,4784° с.ш. 30,7632° в.д.), Ленинградской области, 13.01.2018. Первые заморозки в дневное время были отмечены 23.10.2017. Постоянный снежный покров установился 30.11.17, на момент сбора материала глубина снежного покрова составляла 10-15 см. Постоянная отрицательная температура установилась за два дня до сбора материала. На момент сбора материала температура воздуха была – 8,5 °С. На поверхности почвы, под снегом, была видна жидкая вода. Куртины собирались из-под снега, вместе с подстилкой. Было собрано около 2 м² куртин с доминированием *P. asplenioides*. Материал транспортировался в лабораторию вместе со снегом в термопакетах. В лаборатории были взяты образцы замороженных растений так быстро, как было возможно. Затем куртины были освобождены от снега, помещены в боксы-фитотроны, в которых поддерживалась температура 17-20 °С, влажность воздуха 70%, освещение производилось по 12 часов в сутки. Образцы в лаборатории были отобраны через 3 часа после начала культивации и через двое суток после начала культивации, по 4 повторности каждый раз. Метанольные экстракты побегов были исследованы с помощью ГХ/МС. Вещества идентифицировали с помощью баз данных NIST/EPA/NIH 11 Mass Spectral Library (<http://www.nist.gov/srd>). В момент каждого отбора проб также были отобраны по 2 побега из разных частей куртины для изготовления микроскопических

препаратов и фотофиксация состояния клеток. При статистической обработке материала данные повторностей усреднялись, проверка статистической значимости отличий количества каждого вещества в момент взятия проб производилась с помощью теста Краскела-Уоллиса.

Всего было выявлено около 200 пиков, однако статистически достоверную разницу в концентрации веществ на разных этапах эксперимента показало меньше 10 веществ. Большинство из них углеводы. Не наблюдается повышенного общего содержания мономерных сахаров при низкой температуре. Только два углеводных соединения присутствовали в достоверно большем количестве в охлажденных образцах, несколько сахаров появляются только в культивируемых долгое время растениях. Сахароподобные соединения характерные для охлажденных растений имеют меньшую молекулярную массу, чем те что накапливаются при культивировании в боксах, вероятно они являются частью криозащитных механизмов, при не значительном холодовом стрессе. Основным продуктом фотосинтеза у *P. asplenioides* является наряду с сахарозой семиуглеродный сахароспирт волемитол (Suleiman, Lewis, 1980). Его содержание не значительно увеличилось в культивируемых в боксах образцах по сравнению с начинающими разморозку.

Интересным результатом является наблюдаемая динамика фитола, вещества, входящего в состав хлорофилла, токоферола и других биологически активных веществ. Концентрация фитола, в значительном количестве содержащегося в замороженных образцах, резко падает в начале культивации. При культивировании увеличилось общее содержание липофильных соединений.

У растений из-под снега хлоропласты располагаются вдоль верхней и нижней сторон клеток. Это положение, в котором происходит фотосинтез при слабом освещении, но без влияния низкотемпературного стресса (Fujii, Kodama, 2018). Вероятно, температура под снегом могла быть близкой к 0 °C или слабоотрицательной, и при этих условиях у *P. asplenioides* не развивается реакция на низкотемпературный стресс. Подтверждает этот вывод отсутствие накопления криопротекторов – растворимых сахаров и абсцизовой кислоты (Glime, 2017). Однако, интенсивность этого «подснежного» фотосинтеза не велика, что подтверждается реакцией на культивирование в условиях близких к основному вегетационному сезону. Увеличение количества углеводов при длительной культивации в фитотронах, вероятно, объясняется, активизацией метаболизма, которая вызвала увеличение содержания основных продуктов фотосинтеза.

Таким образом, метаболомный профиль при размораживании остается стабильным, достоверно отличается концентрация только небольшого количества веществ. В условиях зимовки под снегом *P. asplenioides* не испытывает значительного холодового стресса.

Список литературы

- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Nagashima, F. (2013) Chemical Constituents of Bryophytes: Bio- and chemical diversity, biological activity, and chemosystematics. *Springer*, Wien, 796 pp.
- Fujii Y., Kodama Y (2018) Refinements to light sources used to analyze the chloroplast cold-avoidance response over the past century, *Plant Signaling & Behavior* 13: 3.
- Glime, J. M. (2017) Temperature: Cold. Chapt. 10-2. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology*, pp. 38.
- Klavina, L., Springe G., Steinberga, I., Mezaka, A., Ievinsh, G., (2018) Seasonal changes of chemical composition in boreonemoral moss species. *Environmental and Experimental Biology* 16: 9–19.
- Suleiman, A. A. A., Lewis, D. H. (1980) Carbohydrate Metabolism in the Leafy Liverwort, *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. Var. Major nees. *The New Phytologist* 84: 45-58.

Флора мхов Якутии – некоторые итоги исследований последних лет

Игнатов М.С.^{1,2}, Игнатова Е.А.¹, Иванова Е.И.³

misha_ignatov@list.ru

¹ г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

² г. Москва, Главный ботанический сад РАН

³ г. Якутск, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН

Республика Саха / Якутия – самый крупный субъект федерации России по площади, ее территория занимает 3 083 523 км². Около 60% ее занято горами, и вся она находится в зоне многолетней мерзлоты. История изучения флоры мхов республики началась с шведской экспедиции 1898 г., проделавшей путь от верховьев до устья р. Лены; во время этой экспедиции шведский ботаник Г. Нильсон-Эле собрал обширную коллекцию мхов, впоследствии определенную Х.В. Арнеллем. В течение 20 века сведения о бриофлоре Якутии накапливались за счет работ геоботаников, собиравших мхи к описаниям, а в 1970-2000 г. там начали работать профессиональные бриологи Н.А. Степанова, Е.И. Иванова, К.К. Кривошапкин и др. Данные по флоре мхов впервые были суммированы в списке, опубликованном в 2005 г. (Иванова с соавт., 2005). В этом списке было приведено 517 видов, их распространение было показано по 7 флористическим районам.

Наше участие в изучении флоры мхов Якутии началось в 2000 г. с экспедиции в Усть-Майский улус, а затем короткой поездки на Ленские столбы в Хангаласском улусе. Затем мы собирали мхи в окрестностях г. Мус-Хая (2011), в горных массивах Сунтар-Хаята (2015), Сетте-Дабан (2015-2017), Орулган (2011), Улахан-Чистай (2018), окрестностях пос. Усть-Нера (2015) и в Хангаласском улусе (2016). На основании определения собранных коллекций были опубликованы флористические списки (Ignatov et al., 2001, 2014; Ignatova et al., 2011, 2018; Ivanova et al., 2016, 2018). В Усть-Майском улусе было найдено 253 вида, в заказнике Сунтар-Хаята – 208, на хребте Сете-Дабан – 294, на хребте Орулган – 241, в окрестностях Усть-Неры – 162, в окрестностях г. Мус-Хая – 180, и в Хангаласском улусе, с учетом литературных и гербарных данных – 232. Общее число видов в этих списках – 482, около 80 являются новыми для территории Якутии. Наиболее интересной находкой стал *Andreaeobryum macrosporum*, единственный представитель класс *Andreaeobryopsida*, ранее известный только на северо-западе Северной Америки. Этот вид был собран нами на хребте Сетте-Дабан в Верхоянье, где он оказался относительно нередким в подходящих местообитаниях – на карбонатных скалах с сочащейся водой (Ignatov et al., 2016, 2018). Он был найден также на хребте Улахан-Чистай в горной системе Черского, также на сложенной карбонатными породами горе Мраморная. Были также собраны виды с гораздо более южным распространением – *Hydrogonium gregarium* и *Struckia enervis*; показано более широкое распространение в Якутии комплекса ксерофитных видов, растущих на степных склонах и сухих скалах (*Indusiella thianschanica*, *Jaffueliobryum latifolium*, виды родов *Aloina* и *Pterygoneurum*), некоторые из них стали новыми для республики (*Anomobryum bavaricum*, *Hymenostylium xerophilum*, *Hilpertia velenovskyi* и др.). На широко распространенных в Якутии породах с высоким содержанием железа и других металлов оказались нередкими *Coscinodon hartzii*, ранее известный только из Северной Америки и три вида из рода *Mielichhoferia*, один из которых, *M. asiatica*, был описан как новый для науки. Всего на территории Якутии было выявлено 18 видов, описанных как новые для науки за последние 14 лет, после опубликования сводного списка мхов. Кроме того, было впервые собрано около 20 редких видов с разным распространением.

В настоящее время в Якутии известно 597 видов мхов. На ее территории в холодном и сухом климате могут совместно произрастать виды, относящиеся к разным географическим элементам. Такое сочетание южных и северных видов невозможно представить за пределами зоны многолетней мерзлоты. Здесь также произрастает наибольшее количество видов мхов,

эндемичных для России – уступая по богатству флоры югу Российского Дальнего Востока и Кавказа, криолитозона превосходит их по числу эндемиков.

Список литературы

Ignatov, M.S., Isakova, V.G., Ignatova, E.A. (2014) A contribution to the moss flora of Orulgan Range (Yakutia). *Arctoa* 23: 194–206.

Ignatov, M.S., Ivanova, E.I., Ignatova, E.A., Krivoschapkin, K.K. (2001) On the moss flora of Ust-Maya District (Republic Sakha/Yakutia, East Siberia). *Arctoa* 10: 165–184.

Ignatov, M.S., Ignatova, E.A., Fedosov, V.E., Ivanov, O.V., Ivanova, E.I., Kolesnikova, M.A., Polevova, S.V., Spirina, U.N., Voronkova, T.V. (2016) *Andreaeobryum macrosporum* (Andreaeobryopsida) in Russia, with additional data on its morphology. *Arctoa* 25: 1–51.

Ignatov, M.S., Ignatova, E.A., Ivanova, E.I., Ivanov, O.V., Bysyin, N.A. (2018) On the distribution of *Andreaeobryum* in Russia. *Arctoa* 27: 112–118.

Ignatova, E.A., Ivanova, E.I., Ignatov, M.S. (2018) Moss flora of Sette-Daban Range (Yakutia). *Arctoa* 27: 119–130.

Ignatova, E.A., Ivanova, E.I., Ivanov, O.V., Ignatov, M.S. (2011) Mosses of the Mus-Khaya Mountain (Yakutia, Asiatic Russia). *Arctoa* 20: 211–226.

Ivanova, E.I., Ignatova, E.A., Isakova, V.G., Balakirev, I.A., Kuznetsova, O.I., Ignatov, M.S. (2018) Moss flora of the Ust-Nera region in the upper course of Indigirka River, East Yakutia. *Arctoa* 27: 18–28.

Ivanova, E.I., Isakova, V.G., Ignatov, M.S., Ignatova, E.A. (2017) On the moss flora of Khangalassky District (Republic of Sakha/Yakutia, East Siberia). *Arctoa* 26: 47–57.

Ivanova, E.I., Ignatova, E.A., Ignatov, M.S. (2016) Moss flora of the Suntar-Khayata Reserve, Yakutia). *Arctoa* 25: 131–140.

Изменение участия мхов альпийских сообществ при увеличении доступности почвенных ресурсов

Колтышева Д.Е., Федосов В.Э.

danauserippus@mail.ru

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Эксперимент по изучению роли элементов минерального питания в организации альпийских сообществ был заложен в высокогорьях Тебердинского заповедника в 1998 году на южном склоне горы Малая Хатипара (43°27' с.ш., 41°42' в.д.) на высоте 2800 м над уровнем моря. Нами были исследованы состав и структура мохового яруса на экспериментальных площадках в двух сообществах, резко отличающихся по экологическим особенностям: альпийских лишайниковых пустошах формирующихся на выпуклых малоснежных склонах, и «хионофитных» альпийских коврах. На участках сообществ заложено по 864 площадки 25×25 см, на которых в 144 повторностях представлены 6 вариантов опыта: контроль (Contr), увеличение доступности азота (N), фосфора (P), азота и фосфора одновременно (NP), известкование (Ca) и снятие водного стресса при недостаточном количестве осадков (H₂O); в июле-августе с 2015 по 2017 годы с площадок собирались образцы и оценивалось проективное покрытие (ПП) видов мхов.

На экспериментальных площадках на пустошах выявлено 43 вида, на коврах 21 вид. 5 видов оказались новыми для заповедника, из них 2 – впервые найдены на Кавказе.

Несмотря на меньшее общее разнообразие мохового покрова на коврах, видовая насыщенность, определенная на площадках 25х25 см здесь оказалась выше, чем на пустошах. Общее ПП мхов также выше на коврах. Очевидно, моховый покров ковров более однороден по составу.

При известковании в обоих сообществах значительно возрастает ПП мохового покрова. Видовая насыщенность на пустошах возрастает, а на коврах снижается. Общее число видов на пустошах возрастает в два раза (за счет видов, не встреченных в контроле). В варианте с добавлением N ПП и видовая насыщенность мохового покрова пустошей не претерпели значимых изменений, тогда как на коврах понизилось и ПП, и видовая насыщенность. Общее число видов на пустошах немного возросло, а на коврах сократилось в 2 раза. При внесении фосфора ПП в обоих сообществах вырастает, видовая насыщенность же увеличивается на пустошах и падает на коврах. В варианте NP на пустошах общее число видов мхов, ПП и ВН мохового покрова возрастают, а на коврах снижаются (в несколько раз). Снятие водного стресса не повлияло на видовую насыщенность ни на коврах, ни на пустошах. ПП на пустошах уменьшается в 2 раза. Общее число видов на коврах немного уменьшилось за счет выпадения некоторых, а на пустошах возросло, и половина видов в этом варианте не была отмечена в контроле. Таким образом, реакция мохового покрова альпийских пустошей и альпийских ковров различна. В ответ на экспериментальные воздействия видовая насыщенность в этих сообществах меняется противоположным образом. Изменения общего ПП мхов только в варианте с одновременным внесением азота и фосфора противоположны, а так же отличны при внесении азота. Эти наблюдения подтверждают тот факт, что альпийские лишайниковые пустоши и альпийские ковры существенно отличаются по доступности соединений азота (Волков, 1999; Гришина, Макаров, 1986). При этом резкие отличия в направлении изменения видовой насыщенности, вероятно, свидетельствуют о существенном возрастании роли конкуренции с травами и вытеснения ими мхов на коврах и об отсутствии или слабой роли этого фактора на пустошах.

В эксперименте меняется и соотношение бокоплодных мхов, обычно доминирующих в слабонарушенных условиях, и верхоплодных, более характерных для нарушенных (микро-) экотопов.

На пустошах в контроле доминируют бокоплодные мхи, а на коврах – верхоплодные. При внесении Са участие увеличивают обе группы на обоих сообществах, однако и там, и там доминируют бокоплодные мхи. На пустошах на вариантах N, P и NP верхоплодные мхи увеличивают свое участие, а бокоплодные – уменьшают. На коврах на вариантах N и NP обе группы сокращают активность, при этом на N еще доминируют бокоплодные, а на NP их ПП значительно не отличается от верхоплодных. При внесении фосфора и снятии водного стресса бокоплодные мхи повысили участие, а верхоплодные уменьшили.

В контроле на обоих сообществах представлены мхи трех жизненных стратегий, выделяемых в соответствии с работой During (1992): стаеры, колонисты и недолгоживущие переселенцы, однако их соотношение различно: на пустошах доминируют стаеры, а переселенцев меньше всего, а на коврах участие представителей этих стратегий примерно одинаковое. На вариантах Са и P соотношение жизненных стратегий существенно не меняется, а на N и NP в обоих сообществах стаеры сократили участие в пользу более короткоцикловых видов.

На пустошах доминируют *Rhytidium rugosum*, *Campyliadelphus chrysophyllus* и виды рода *Bryum*. На коврах *Tortula hoppeana*, *Sciuro-hypnum reflexum*, *Polytrichum piliferum* и *Bryum*. При известковании все доминанты пустошей значительно увеличили участие. На коврах у б.ч. доминантов ПП увеличилось, а у *Polytrichum piliferum* снизилось. При внесении азота на пустошах значительно увеличивает участие *Bryum argenteum*. Доминируют другие виды рода *Bryum* и *Ceratodon purpureus*. На коврах все виды мхов прореагировали отрицательно на этот вариант воздействия (либо статистически незначимо из-за невысокой активности). На варианте P на пустошах появляется новый доминант, не отмеченный в контроле – *Polytrichum juniperinum*. Рудеральные виды рода *Bryum* увеличили ПП, а доминанты - *Rhytidium* и *Campyliadelphus* - сократили. На коврах значительно возросло ПП *Sciuro-hypnum reflexum*, участие других доминантов снизилось. На NP на пустошах доминируют значимо увеличившие ПП рудеральные мхи - *Bryum argenteum* и другие виды рода *Bryum*, а также *Ceratodon*. На коврах, как и при внесении азота, все виды мхов снизили свою активность. При снятии водного стресса на пустошах уменьшилось ПП основного доминанта *Rhytidium rugosum* и *Ceratodon purpureus*, а *Polytrichum juniperinum* увеличил свое участие. На коврах полив привел к снижению ПП двух доминантов из трех.

На альпийских пустошах и коврах найдено 9 общих видов. При сравнении их реакции на экспериментальные воздействия не было выявлено схожих трендов, их участие меняется различным образом, подчеркивая экологическую специфику исследованных сообществ с одной стороны и отдельных видов – с другой.

Список литературы

Волков, А.В. (1999) Зависимость свойств высокогорных почв от растительности и положения в рельефе. Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника 15: 14-40.

Гришина, Л.А., Макаров, М.И. (1986) Почвы альпийских пустошей. In: Гришина Л.А., Онинченко В.Г., Макаров М.И. (Eds.) Состав и структура биогеоценозов альпийских пустошей. Издательство Московского университета, Москва, с. 24–41.

During, H.J. (1992) Ecological classification of bryophytes and lichens. In: Bates J.W., Farmer A.M. (Eds.) Bryophytes and lichens in a changing environment. Clarendon Press, Oxford, pp. 1-31.

Использование естественных маркеров в изучении роста сфагновых мхов

Миронов В.Л., Шкурко А.В.

vict.mironoff@yandex.ru

г. Петрозаводск Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр РАН»

Любой метод предполагает использование естественных или искусственных маркеров, которые являются точками отсчета при измерении прироста. Методы на основе естественных маркеров обладают принципиальными преимуществами. В частности, они позволяют полностью охватывать прирост за весь вегетационный период, а степень артефактного влияния таких методов на оценку прироста минимальна. Одной из разновидностей естественных маркеров являются изгибы стеблей, которые образуются в результате отрицательной геотропической реакции. Благодаря этой реакции происходит поворот отклоненных побегов к исходному вертикальному направлению роста, в результате чего на стеблях образуются геотропические изгибы (Миронов, 2016). Таким образом, триггером для образования геотропических изгибов является любое отклонение побегов от вертикали. Этот универсальный механизм образования изгибов позволяет использовать их для решения разных задач. Нивальные изгибы обычно образуются после стаивания снежного покрова, поэтому они являются отличными маркерами начала вегетационного периода. Их использование не требует предварительной закладки, полностью исключает артефактное влияние на рост побегов и целиком и позволяет уловить прирост в самом начале вегетационного периода. Поэтому они хорошо подходят для измерения годовых или окологодичных приростов. Наше исследование показало (Mironov et al., 2016), что прирост, измеренный с помощью нивальных изгибов, на 8-46% превосходит прирост, измеренный с помощью перевязок. Кроме того, нивальные изгибы могут служить исходными маркерами для сезонного мониторинга роста (Mironov & Kondratev, 2017), однако потом их необходимо дополнять искусственными изгибами. Искусственные изгибы вызываются искусственным вдавливанием сфагнового покрова. Мы применяли их при проведении сезонного мониторинга роста *Sphagnum riparium* с целью уменьшения ошибки прироста, когда свежий прирост от нивальных изгибов достигал больших значений или начинал разлагаться. Кроме того, мы обнаружили, что искусственные изгибы, образующиеся в следах человека на сфагновом покрове, могут быть использованы при определении давности следов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-34-00053.

Список литературы

Миронов, В.Л. (2016) Способ определения линейного прироста побегов мхов рода *Sphagnum*. *Патент RU* № 2600827

Mironov, V.L., Grabovik, S.I., Ignashov, P.A. & Kantserova, L.V. (2016) Geotropic curvatures of *Sphagnum*: environmental features of their genesis and trial application for estimation shoot length increment. *Arctoa* 25: 353-363.

Mironov, V.L., Kondratev, A.Y. (2017) Peat moss *Sphagnum riparium* follows a circatrigintan growth rhythm in situ: A case report. *Chronobiology International* 34: 981-984.

***Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. на юге Сибири: трактовка Maxent.**

Писаренко О.Ю., Макунина Н.И.

o_pisarenko@mail.ru

г. Новосибирск, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН

Метод максимальной энтропии MaxEnt (Phillips, 2017) набирает популярность как эффективный способ анализа географического распределения и экологии видов. На сегодня обширная литература посвящена моделированию экологических ниш и потенциальных ареалов животных и, в меньшей степени, сосудистых растений; показана перспективность использования метода для прогнозирования распространения типов растительных сообществ. MaxEnt является методом биоклиматического моделирования и оперирует с климатическими данными WorldClim (www.worldclim.org), полученными путем интерполяции среднемесячных климатических данных метеостанций планеты. Для организмов малого размера, приуроченных к микроместообитаниям (что может нивелировать влияние климатических факторов), возможности использования методов биоклиматического моделирования не является очевидной. Применимость MaxEnt к мохообразным была протестирована на примере *Crossidium squamiferum* (Sandanov, Pisarenko, 2018); в результате сделан вывод, что, по крайней мере для некоторых видов мхов использование биоклиматических переменных в преломлении MaxEnt имеет хорошую предсказательную силу закономерностей распространения.

Ареалы большинства видов мхов обширны, часто охватывают несколько континентов и серию биоклиматических зон; экологические ниши видов в разных частях ареалов могут различаться. В случае *C. squamiferum* было рассмотрено распространение вида с узкой экологической амплитудой в планетарном масштабе. В качестве следующего шага нами предпринята попытка сопоставить результаты приложения алгоритмов MaxEnt для выборок планетарного и регионального масштаба. Тестовым объектом выбран *Rhytidium rugosum* – обычный в горных районах Сибири вид с обширным ареалом: в Евразии он распространен от Арктики до Центральной Азии; на Американском континенте встречается от Аляски до Мексики, Гватемалы и Боливии; указан для тропической и Южной Африки.

Данные геопривязанных местонахождений вида взяты из: GBIF.org (26th March 2019; GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ysvftm>); Флора мхов России (<http://arctoa.ru/Flora/basa.php>, accessed 26th March 2019); базы геоботанических описаний и флористических находок авторов в пределах Алтае-Саянской горной области и прилегающей части Западно-Сибирской равнины. Из этого массива информации организованы две выборки: планетарная – 3028 недублирующихся координат локалитетов со всего мира; региональная – 556 местонахождений на изученной территории. Региональная выборка, согласно основным типам местообитаний вида, дополнительно разбита на четыре подвыборки: каменистых степей, горных тундр, лесов, скальных обнажений.

Для выборок (М) и (А) проведен анализ 19 биоклиматических переменных BIOCLIM с разрешением 2.5 arc-minutes или ~5 км на пиксель, усредненных за период 1950–2000 гг. (www.worldclim.org). Для построения региональных моделей на территорию Алтае-Саянской горной области и прилегающей части Западно-Сибирской равнины создана серия растровых слоев разрешением 90м-пиксель: *биоклиматические переменные BIOCLIM (19 растров), *месячные средние температуры (12 растров), *месячное количество осадков (12 растров), *месячная солнечная радиация (12 растров), *гипсометрические показатели (3 раstra: высота, экспозиция, крутизна), *индексы NDVI (3 раstra: май, июль, сентябрь). Созданные переменные проанализированы для региональных подвыборок.

Для перечисленных выборок MaxEnt выделил разные наборы переменных в качестве наиболее значимых. Так, согласно тесту "jackknife", для модели распространения вида в планетарном масштабе переменной, наиболее эффективно предсказывающей распределение локалитетов в одиночку является BIO10 (средняя температура самой теплой четверти года); а

для региональной модели – BIO1 (среднегодовая температура). Для планетарной модели наибольший процентный вклад имеет BIO14 (сумма осадков в самом сухом месяце); а для региональной – BIO18 (сумма осадков в самой теплой четверти года) и BIO4 (стандартное отклонение температур). В моделях региональных подвыборок, при обширном наборе включенных в анализ переменных (в сумме 61), в каждом случае существенный вклад, более 5% вносят лишь 3-6 переменных. Вклад более 10% для всех подвыборок имеют всего одна-три переменных. Так, для выборки тундр из всех переменных определяющее значение имеют высота над уровнем моря и годовая амплитуда температур, их суммарный вклад составляет более 50,7%. Вклад второй переменной максимален и для выборки скальных обнажений. Для модели степной выборки наибольший вклад имеют средняя суточная амплитуда температур и минимальная температура самого холодного месяца; значима и экспозиция склона. Для присутствия вида в лесных сообществах наиболее существенны коэффициент вариации осадков и солнечная радиация за октябрь и, в меньшей степени, за май. Для всех построенных моделей показатель AUC > 0,91 – т.е. все модели являются достоверными.

Визуализация пространственных данных выполнена в NextGis QGIS 18.5.3. На картосхеме (рис.) отчетливо видно различие в экотопах, занимаемых *R. rugosum* в разных частях изученной территории. На равнине вид связан со скальными обнажениями в долинах рек; в предгорной лесостепи и на Салаире встречается в петрофитных степях; в высокогорьях Алтая, Тувы и Кузнецкого Алатау обитает в горных тундрах. В лесных сообществах *R. rugosum* встречается преимущественно в южной части региона; его обилие четко отграничивает леса семиаридного сектора.

Работа отвечает госзаданию АААА-А17-117012610052-2, поддержана РФФИ № 18-04-00822.

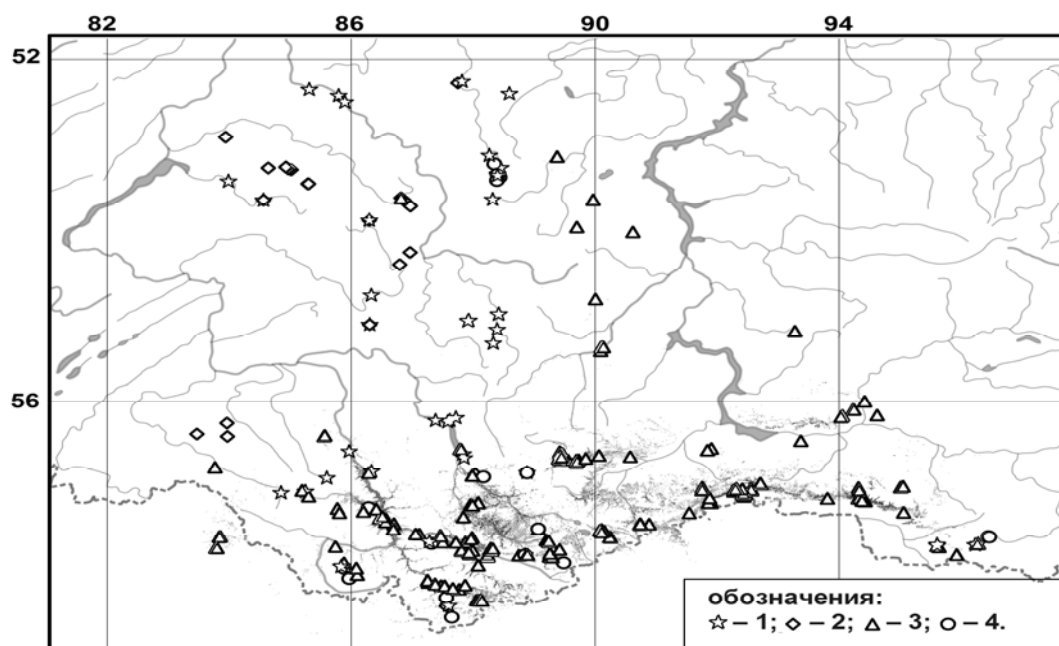


Рис. 1. Локалитеты *R. rugosum* в Алтае-Саянской горной области и на прилегающей части Западно-Сибирской равнины. Обозначены типы местообитаний: 1 - скальные обнажения; 2 – каменистые степи; 3 – леса; 4 – горные тундры. Серая заливка – потенциальный ареал лиственных лесов с *R. rugosum* в почвенном покрове при пороговом значении вероятности более 0.5 (светлый тон) и более 0.7 (темный тон).

Список литературы

Phillips, S.J. (2017) A Brief Tutorial on Maxent. Available from http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. (accessed on 1 March 2019).

Sandanov, D.V. Pisarenko O.Yu. (2018). Bioclimatic modeling of *Crossidium squamiferum* (Viv.) Jur. (Pottiaceae, Bryophyta) distribution. *Arctoa* 27: 29-34.

Перспективы сохранения биоразнообразия моховидных в объектах культурно-исторического наследия

Попова Н.Н.

leskea@vmail.ru

г. Воронеж, Воронежский государственный институт физической культуры

Несмотря на многочисленные и весьма значительные исторические события последних сотен лет, территория средней полосы России изобилует объектами культурно-исторического наследия (далее ОКИН) разной степени сохранности. К ним можно отнести музеи-заповедники мемориального или историко-археологического профиля, музеи-усадьбы, памятники архитектуры, древние городища, поля военных сражений, объекты садово-паркового искусства и др. Многие из них имеют федеральный статус и весьма обширные площади. Статус музея-заповедника федерального уровня обеспечивает высокий уровень охраны объектов как культурного, так и природного наследия, поэтому инвентаризация и мониторинг всех компонентов биоты в объектах подобного типа весьма актуальна. С ботанической точки зрения наибольший интерес среди ОКИН представляют усадебные комплексы, а также музеи-заповедники в целом, охраняемая территория которых помимо исторического объекта включает обширные площади естественных ландшафтов. В старовозрастных парковых насаждениях (150-300 лет) можно ожидать наличие редких неморальных эпифитов, численность которых быстрыми темпами сокращается, а также петрофитов, связанных с необычными субстратами (известняки, граниты, песчаники), использовавшихся при оформлении парков.

Изучение бриофлоры ОКИН начато нами в 2014 г., и после ряда интересных находок оформилось в самостоятельное научное направление. К настоящему времени достаточно полно изучена бриофлора такого рода объектов в Тульской, Воронежской, Тамбовской, Липецкой, Белгородской областях; накапливается для обобщений материалы по Орловской, Курской, Рязанской областям. Ниже приводятся некоторые ботанические данные для хорошо изученных ОКИН, сгруппированных по областям. Помимо указанных выше, приняты следующие сокращения: МЗ – музей-заповедник, ВР – видовое разнообразие, ОС – основной список Красной книги соответствующей области, МС – мониторинговый список, ПП – памятник природы.

ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ. Государственный военно-исторический и природный МЗ «Куликово поле»: ВР – 101, ОС – 8, МС – 17; в спектре местообитаний МС представлен хорошей сохранности лесостепной комплекс, редкий на территории области, а также болота, байрачные и нагорные дубравы. Государственный мемориальный историко-художественный и природный музей-заповедник В.Д. Поленова «Поленово»: ВР – 95, ОС – 4, МС – 25; из природных сообществ ценными являются нагорные дубравы и субори на правом берегу р. Оки. Государственный мемориальный и природный заповедник «Музей-усадьба Л.Н.Толстого «Ясная поляна»: ВР – 126 (с учетом охранной зоны и расположенных в ней ПП), ОС – 13, МС – 9, филиал «Малое Пирогово»: ВР – 12, филиал «Николо-Вяземское»: ВР – 25, ОС – 2; особенно велика роль МЗ в сохранении бриофлоры лесно-болотного комплекса широколиственнолесной зоны. Историко-культурный и природный МЗ И.С.Тургенева «Бежин луг»: ВР – 45, ОС – 2, МС – 4. Музей-усадьба А.Т. Болотова «Дворяниново»: ВР – 35, ОС – 1, МС – 7. Музей-усадьба А.С.Хомякова «Богучарово»: ВР – 20. Богородицкий дворец-музей и парк: ВР – 25, ОС – 1. В составе бриофлоры перечисленных ОКИН федерального значения присутствует не менее 60% видового состава области; из ОС присутствует 18 видов (или 44% всего ОС). Около 50-ти объектов представляют собой усадебные парки или их фрагменты, не имеющие статуса охраны. По завершению исследований планируется обобщение и публикация результатов.

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ. Федеральный статус охраны имеет Природный, историко-археологический МЗ «Дивногорье»: ВР – 76, ОС – 7, МС – 12. Роль МЗ в сохранении биоты эталонных кальцефитных сообществ мелового юга лесостепной зоны

весьма значительна, тем более, что степного заповедника на территории области до сих пор нет. Обследовано также около 70-ти ОКИН (усадебные парки и фрагменты усадебных комплексов), из них лишь 17 имеют охранный статус (3 – исторические памятники, прочие – природные, 1 – музей-усадьба Д.Веневитинова): ВР – 87, ОС – 8, МС – 7. Наиболее ценными с исторической, дендрологической, ботанической точек зрения являются объекты в селах Анна, Павловка, Шапошниково, Маклок, Калиново, Тумановка, Русская Гвоздевка, парки санаториев им. Цюрупы и Дзержинского, урочища «Эртелево» и «Ржевск».

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ. Государственный военно-исторический МЗ «Прохоровское поле» (федеральный статус): ВР – 80, ОС – 3, МС – 15; из природных ландшафтов в МЗ представлены типичные дубравы лесостепи, кальцефитные сообщества и редкие в лесостепи висячие болота. Кроме того, обследовано 20 ОКИН, представляющих усадебные комплексы или их фрагменты; все они имеют статус ПП. ВР – 68, ОС – 6, МС – 8. Наиболее ценными объектами являются Юсуповский парк в с. Ракитное, парк Карамзиной-Клейнмихелей в с. Ивня, сад-парк Хорватов в с. Головчино.

ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ. Обследовано 36 ОКИН; охранный статус имеют лишь 23 объекта, из них 3 музеефицировано (музеи-усадьбы С.В. Рахманинова и В.И. Вернадского являются объектами федерального значения, Дом Асеева является филиалом государственного МЗ «Петергоф») и 20 — являются ПП дендрологического профиля областного значения. ВР – 65, ОС – 3, МС – 6. Наиболее ценными ОКИН являются ПП Байловка, Растов сад, Екатериново, Новотомниково, Левино, Гагарино. Перспективными ПП можно считать 7 объектов в селах Турмасово, Кугушево, Новоникольское, Никольское, Подоскляй, Сарымовка, 13-й октябрь. Небольшие площади и существенная деградация естественных байрачных и нагорных дубрав Тамбовской области определяет высокую значимость старовозрастных парковых насаждений как единственно возможного местообитания неморальных эпифитов.

ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ. Государственный мемориальный и природный МЗ И.С.Тургенева «Спасское-Лутовино»: ВР – 60, рекомендовано в ОС – 5, в МС – 4; МЗ можно считать образцом старинных усадебных комплексов средней полосы России, эталонным ОКИН юга широколиственнолесной зоны. Составлен перечень существующих на сегодняшний день ОКИН области, в них ведутся ботанические исследования.

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛАСТЬ. Государственный МЗ «Родина П.П.Семенова-Тян-Шанского» (проектируемый на базе музея-усадьбы П.П. Семенова-Тян-Шанского «Рязанка») федерального значения; частично расположен и в пределах Рязанской области: ВР – 101, ОС – 7, МС – 10. Из числа прочих ОКИН области (около 50-ти) к настоящему времени изучено 25, имеющих статус ПП: ВР – 95, ОС – 7, МС – 10. Наиболее ценными ОКИН являются дендрологический парк Мещерка, парки в селах Шаталовка, Баловнево, Репец, Ключ Жизни, Воронеж, Борки, Коробовка.

Таким образом, можно заключить, что бриофлора ОКИН средней полосы России достаточно богата и разнообразна, составляет около 35-40% от видового состава бриофлоры соответствующих областей, включает ряд видов регионального статуса охраны; характеризуется высокой полнотностью неморального эпифитного комплекса. В целях сохранения биоразнообразия моховидных ОКИН рекомендуются следующие меры: увеличение охраняемых площадей за счет включения прилегающих территорий естественных ландшафтов, умеренное осветление и расчистка (от молодой поросли и кустарников, с оставлением старого валежа), регулярный сбор мусора, выкашивание травостоя из рудеральных видов по опушкам и на полянах, устройство пешеходных дорожек (желательно из битого кирпича или бутового камня), прекращение практики побелки стволов, использование только природных материалов при обустройстве родников и создании малых архитектурных форм, оставление руинированных построек (в случае невозможности разумной реставрации) с приданием им относительно эстетичного вида.

Микрогруппировки мохообразных на обнажениях девонских песчаников долины р. Ящера, Ленинградская область

Смирнова Е.В., Кушневская Е.В.

St055301@student.spbu.ru, e.kushnevskaya@spbu.ru

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

Обширные обнажения почвы, подлежащих и коренных пород – редкое явление в ландшафтах Ленинградской области. В основном, они возникают на подмываемых берегах рек или как результат деятельности человека. Пример естественных обнажений – песчаные отложения девонской системы, распространённые в южной части области. Они выходят на поверхность в районах неглубокого залегания на обрывистых берегах рек бассейна реки Луги (Луга, Оредеж, Ящера, Саба, Лемовжа и пр.) и представляют собой сложные сочетания слоёв песчаных, глинистых и карбонатных пород разных оттенков и состава. Геометрия склонов не позволяет развиваться типичным лесным видам, но эрозионные процессы замедлены настолько, что на песчаниках успевают сформироваться уникальные растительные сообщества, причём состав и строение последних даже визуально определяются как различные. При эпизодических обследованиях некоторых из этих обнажений были найдены несколько редких видов мохообразных (Потёмкин, Черепанов, 1993; «Красная книга Лен. обл.», 2018). Однако растительность этого интересного ландшафтного элемента так и не была изучена подробно. Представляемые результаты получены при детальном обследовании только одного, но довольно крупного обнажения.

Исследуемое обнажение располагается на левом берегу реки Ящера (правый приток Луги) в 2 км выше устья (58,8997°с.ш. 29,8342° в.д.). Оно сложено мелко- и среднезернистыми белыми песками со слабовыраженной слоистостью, включениями железомарганцевых конкреций и тонких линз красных глин у основания. Высота обнажения до 8,5 метров над водой, протяженность около 90 м. Площадь около 200 м². Сборы материала проводили в мае 2018 года с вертикальных поверхностей (70-90°). Виды были собраны по микрогруппировкам. Для каждой микрогруппировки указывались физические параметры субстрата. Различали мягкие и твердые, влажные и сухие варианты субстрата, учитывали расположение относительно верхнего и нижнего края «стенки». Собрано и определено более 100 образцов.

Выявлено 42 вида мохообразных. Наиболее частыми видами являются *Cephalozia bicuspidata*, *Leptobryum pyriforme*, *Lophozia guttulata*, *Pohlia prolifera*, *Sphenolobus minutus*. Два последних довольно редкие в Ленинградской области.

На участках, примыкающих к четвертичным отложениям, развиваются группировки с доминированием обычных бореальных мезофитных видов (*Pleurozium schreberi*, *Sciurohypnum oedipodium*, *Ceratodon purpureus*, *Dicranum scoparium* и т.д.). Особенно плотно они заселяют мягкий субстрат, потому что он лучше запасает влагу, по нему активнее идёт внутригрунтовый сток с частицами гумуса.

На твёрдом субстрате, сопряженном с поверхностным стоком с подстилки, разрастаются *Fissidens bryoides*, *Pogonatum urnigerum*, *Leptobryum pyriforme*.

На сухих твердых частях обнажения песчаника формируются микрогруппировки с доминированием печеночников *Calypogeia integristipula*, *Cephalozia bicuspidata*, *Lophozia guttulata*, *Sphenolobus minutus*, *Mylia taylorii*, *Tritomaria quinquedentata* или печеночников в смеси с *Dicranella sp.*, *Pogonatum urnigerum*, *Tetraphis pellucida* и с мхами, относимыми рядом авторов к горной группе: *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Pohlia lescuriana* и *Pohlia prolifera*. Этот тип микросообществ наиболее разнообразен: описаны как одновидовые, так и сложные многовидовые группировки, сильно различающиеся между собой. Неоднородность данного типа, вероятно, определяется химическим составом песчаника и требует более пристального изучения.

В местах выхода грунтовых вод формируются группировки с доминированием *Pellia* sp., *Blasia pusilla*, *Sphagnum capillifolium*, *Fissidens bryoides*

Среди 42 видов, отмеченных на данном обнажении, значительное число видов относится к группе рассеянно встречающихся в области. Они не столь редкие, чтобы войти в список охраняемых видов, но редкость подходящих местообитаний в ландшафтах Ленинградской области делает их крайне уязвимыми. Ниже мы приводим список только редких видов.

Mylia taylorii (Hook.) Gray («Красная книга Лен. обл.», 2018) – подтверждение более ранних находок (Потёмкин, Черепанов, 1993). Встречается на твёрдых грунтах в чистых густых куртинках, а также с *Cephalozia bicuspidata*, *Lophozia guttulata*, *Sphenolobus minutus*, *Lepidozia reptans*. Растения со спорофитами и выводковыми почками не обнаружены. На определенных слоях отложений может формировать крупные моновидовые куртины, на прочих участках встречается редко.

Pohlia lescuriana (Sull.) Grout (отмечена как редкий вид согласно Курбатовой, Дорошиной-Украинской, Кузьминой, 1999, Курбатовой, 2002) – часто встречается на твёрдых и мягких грунтах в смешанных куртинках. Растения со спорофитами и выводковыми почками не обнаружены.

Pohlia prolifera (Kindb. ex Breidl.) Lindb. ex Arnell (отмечена как редкий вид согласно Курбатовой, Дорошиной-Украинской, Кузьминой, 1999, Курбатовой, 2002) – часто встречается на твёрдых и мягких грунтах, в сухих трещинах песчаника, часто в чистых куртинках. Растения с выводковыми почками часто, единичные находки со спорофитами.

Saelania glaucescens (Hedw.) Broth. («Красная книга Лен. обл.», 2018) – ранее была известна в Ленинградской области только по находкам в районе Карельского перешейка («Красная книга Лен. обл.», 2018). Встречается на твёрдых грунтах в чистых компактных куртинках и в виде единичных побегов в смешанных куртинках. Единичные находки со спорофитами, растения с выводковыми почками не обнаружены.

Tritomaria quinquecostata (Huds.) Buch (отмечена как редкий вид согласно Потёмкину, Андреевой, 1999) – встречается на твёрдых грунтах в смешанных куртинках. Растения со спорофитами и выводковыми почками не обнаружены.

Список литературы

Гельтман, Д.В. (Ред.) (2018) *Красная книга Ленинградской области: Объекты растительного мира*. Марафон, Санкт-Петербург, 848 с.

Курбатова, Л.Е. (2002) *Листостебельные мхи Ленинградской области*. Ботанический институт им. В. Л. Комарова, Санкт-Петербург, 211 с.

Курбатова, Л.Е., Дорошина-Украинская, Г.Я и Кузьмина, Е.О. (1999) Листостебельные мхи Ленинградской области. *Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей*. Сер. 6, Т. 2: 271-302.

Потёмкин, А.Д. и Черепанов, И.В. (1993) К флоре печеночных мхов Ленинградской области. Новые и малоизвестные для области таксоны. *Новости систематики низших растений* 29: 158–165.

Потёмкин, А.Д., Андреева, Е.Н. (1999) Печеночники и Антоцеротовые Ленинградской области. *Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей*. Сер. 6. Т. 2.: 261–270.



Палеоэкология

Палеоэкология голоцена по данным изучения поймы Москвы-реки

Александровский А.Л.¹, Ершова Е.Г.², Кренке Н.А.³

alexandrovskiy@mail.ru

¹ г. Москва, Институт географии РАН

² г. Москва, Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова

³ г. Москва, Институт археологии РАН

В пойме Москвы-реки обнаружены многие разрезы с сериями погребенных почв. Они представляют большой интерес для реконструкции изменений условий природной среды в голоцене. Основных почв – семь, их возраст от современности до раннего голоцена и аллерёда (Alexandrovskiy, 2004). Подобные серии погребенных почв, охватывающие весь голоцен, исследованы в пойме других рек Европейской России, а также в Северной Америке (Mandel, 1992). По данным радиоуглеродного датирования основные 4 почвы имеют возраст, сходный с таковым почв Оки (Alexandrovskiy, 2004): 1 – современная, последние 400 лет; 2 – 2700-800 cal BP; 3 – 4700-3200 cal BP; 4 – 7000-5300 cal BP. Почва 5 относится к началу атлантического периода, почва 6 – к бореальному периоду голоцена, почва 7 – к аллереду.

Для палеекострукций могут быть использованы данные анализа пыльцы, фитолитов, углей - метод педоантракологии (Ponomarenko, Anderson, 2013), а также данные исследования палеопочв. В пойме Оки, Москвы-реки, других рек центра Русской равнины выявлены палеопочвы различного генезиса: лесные (дерново-подзолистые, серые лесные и др.), степные (черноземы, каштановые). В отличие от микрофоссилий почвы не перемещаются относительно места своего образования и поэтому на основании исследования генезиса почв разного возраста можно получать представление об изменениях среды в конкретном месте. При этом почва характеризует подобные изменения достаточно определено в пространстве, хотя и обобщенно во времени.

На разных участках Москвы-реки стратиграфия меняется, некоторые почвы объединяются или раздваиваются, иногда выклиниваются, поэтому для определения их возраста необходимо использовать данные радиоуглеродного и археологического датирования. При этом преобладают разрезы, сложенные молодым аллювием со слабо развитыми почвами. В целом стратиграфическая выдержанность погребенных почв в пойме выражена относительно слабо и нередко даже в соседних разрезах возраст почв, относимых к одному стратиграфическому ярусу, различается.

Наоборот, достаточно четко выражены в пойме этапы эволюции почв и растительности. В большинстве случаев почвы раннего и основной части среднего голоцена представлены темногумусовыми. В одном из разрезов в пойме Москвы-реки рядом с поселком Николина Гора (РАНИС2) строение профиля почвы позволяет относить ее к чернозему, т.е. почве степного генезиса. Почвы позднего голоцена представлены подзолистыми и дерново-подзолистыми (Александровский и др., 2018).

На участке долины реки, расположенном около Звенигородской биологической станции (ЗБС), пойма характеризуется разнообразием. Здесь изучено более 10 разрезов, получено более десятка ¹⁴C дат (Ershova et al., 2016; Alexandrovskiy et al., 2016). Молодая пойма не развита, преобладает древняя. Широко развиты участки, сложенные позднеледниковыми осадками, перекрытые аллювием пойменной фации мощностью 1-2 м, с сериями погребенных почв. На левом берегу реки, расположен обширный участок древней поймы позднеледникового возраста (разрез Рыбушкино). Здесь присутствует только одна почва, формировавшаяся на стабильной поверхности в течение почти всего голоцена и погребенная около 300 лет назад. В профиле почвы имеется реликт первой половины голоцена – темноцветный второй гумусовый горизонт, с которым связаны крупные кротовины, сходные с таковыми в профиле палеочернозема из разреза РАНИС2.

На правом берегу реки, рядом с ЗБС, можно обнаружить все основные палеопочвы, характерные для поймы. Верхние почвы 1, 1а, 2 и 3 на разрезе ЗБС-5 разделены достаточно мощными слоями аллювия. Нижняя часть разреза редуцирована, почва 3 лежит на почве 4, местами они почти полностью слились. Тем не менее, нижняя почва 4, как и в опорном разрезе РАНИС 2, выделяется тёмной окраской и повышенным содержанием гумуса. То есть здесь выделяется та же ранняя стадия формирования почв черноземного ряда, с датами более 6000 кал. лет назад.

В шурфе ЗБС-4, расположенном в пойме на конусе выноса оврага, наблюдается расслаивание почв, нижняя почва разделяется на четыре самостоятельных гумусовых горизонта. Данные горизонты представлены темной гумусированной тяжелой глинистой массой и достаточно полно отражают развитие среды первой половины голоцена.

Почвы 3а и 3б, выявленные на ЗБС-4, относятся к бронзовому веку, они менее развиты и гумусированы слабее, чем почвы первой половины голоцена. Данные почвы формировались под лесной растительностью, и могут быть обозначены как серогумусовые. Почва 2 во всех разрезах поймы в районе ЗБС представлена дерново-подзолистой, имеющей еще более яркие признаки лесного почвообразования.

Таким образом, в районе ЗБС, как и на других участках долины Москвы-реки в первой половине голоцена, в условиях более сухого климата, формировались не пойменные аллювиальные почвы, а черноземы и сходные с ними темногумусовые почвы. Пойма в основном была занята степью или остепненными лугами. По данным палеоботанических исследований на склонах долины находились массивы широколиственных и смешанных лесов, что вместе с данными по почвам позволяет реконструировать лесостепной ландшафт (Александровский и др., 2018). Во второй половине голоцена почвообразование в пойме сменяется на лесное, начинается формирование почв подзолистого ряда. Всё это свидетельствует о существовании двух основных периодов развития ландшафтов голоцена: 1. Относительно засушливый период первой половины голоцена, представленный черноземами и близкими к ним темногумусовыми почвами. 2. Период с более влажным климатом во второй половине голоцена, характеризовавшийся распространением хвойных и широколиственных лесов на территории ранее занятые травянистыми группировками. Также имеются следы колебания увлажненности и температур, со многими из которых связано чередование периодов формирования почв и накопления аллювия в пойме.

Список литературы

Александровский, А.Л. (2004) Этапы и скорость развития почв в поймах рек центра Русской равнины. *Почвоведение* №11: 1285-1295.

Александровский, А.Л., Ершова, Е.Г., Пономаренко, Е.В., Кренке, Н.А., Скрипкин, В.В. (2018) Природные и антропогенные факторы развития почв и природной среды в пойме Москвы-реки в голоцене: почвенные, пыльцевые и антракологические маркеры. *Почвоведение* № 6: 659-673.

Alexandrovskiy, A., Ershova, E., Krenke, N. (2016) Buried Late-Holocene Luvisols of the Oka and Moskva River Floodplains and their Anthropogenic Evolution according to Soil and Pollen Data. *Quaternary International* 418: 37-48.

Ershova E.G., Alexandrovskiy A.L., Krenke N.A. (2016) Evolution of landscapes of the Moskva River floodplain in the Atlantic and Subboreal: pedological and palynological records. *Catena* 137: 611-621.

Mandel, R.D. (1992) Soils and Holocene Landscapes Evolution in Central and Southwestern Kansas: Implications for Archaeological Research. In: Holiday, V.T. (Ed.) Soils in archaeology: landscape evolution and human occupation. Smithsonian institution press, Washington-London, 41-100.

Ponomarenko, E., Anderson, D.W. (2013) Signature of forest fires in prairie soils. In: F. Damblon (Ed.) Charcoal and microcharcoal. Continental records. BAR International Series 2486. Archaeopress, Oxford, 195-202.

Археолого-палеонтологические исследования на ЗБС в 2012-2019 гг.

Ершова Е.Г.¹, Кренке Н.А.²

ekaterinagershova@mail.ru

¹ г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

² г. Москва, Институт археологии РАН

Благодаря заповедному статусу Звенигородская биостанция МГУ является чуть ли не единственным «окном» в пределах среднего течения Москвы-реки, где сохранилась возможность проводить полноценные исследования древнего ландшафта. Археологические раскопки на территории ЗБС известны начиная с 1927 г., когда К. Я. Виноградовым впервые были описаны группы древнеславянских курганов; это исследование было продолжено в 40-х годах А.В. Арциховским. В 50-60 годах на территории Академических дач были найдены предметы и захоронение фатьяновской культуры бронзового века (раскопки Ю.А. Краснова). Городища раннего железного века Луцино (Академические дачи) и Бушаринское (долина р. Сетунь) обследовали в разное время К.Я. Виноградов, В.М. Колобов, И.В. Яценко, Ю.А. Краснов и Б.Е. Янишевский.

Начиная с 2010 г. на территории Звенигородской биостанции МГУ ведет работы Звенигородская экспедиция ИА РАН под руководством Е.А. Кренке. В ходе этих работ были выявлены поселенческие объекты бронзового века в пойме Москвы-реки (ЗБС-4 и ЗБС-5), могильник фатьяновской культуры Луцино-Газовик; городища железного века Луцино 2, многочисленные средневековые селища (Кренке, 2019; Кренке и др., 2015). Всего за 9 лет было найдено и описано более 30 новых археологических объектов. В 2018-2019 гг., после присоединения в территории ЗБС долины р. Сетунь, были заново обследованы с помощью всего комплекса современных методов Бушаринское городище и Бушаринский курганный могильный комплекс.

Одновременно с археологическими разведками и раскопками силами сотрудников и студентов биологического факультета МГУ проводились естественно-научные исследования, направленные на реконструкцию условий обитания древнего населения долины Москвы-реки. Работы включали в себя как совместную работу с археологами непосредственно на археологических памятниках, так и исследования природных объектов, расположенных на значительных расстояниях от известных поселений. Это водораздельные болота Волковское (карьер Сима), Шараповское, Луцинское, склоновые ключевые болота на береговых склонах, искусственные древние гидротехнические сооружения и др. При этом был применен максимально широкий спектр палеоэкологических методов. Помимо спорово-пыльцевого анализа болотных отложений и погребенных почв, использовались фитолитный, карпологи́ческий и антракологический анализы культурных отложений, ботанический анализ торфа, а также анализ старинных карт и документов Генерального межевания. Таким образом оказалось возможным не только реконструировать изменения среды обитания людей на региональном уровне, но и выявить локальные антропогенные изменения растительности рядом с поселениями, а также найти разнообразные следы внепоселенческой хозяйственной активности. Всего палеоэкологическими методами было обследовано 38 объектов и получено 45 радиоуглеродных дат (Ершова, 2014; 2018; Ершова, Кренке, 2014; Ershova et al., 2016 и др.).

Комплексные исследования на ЗБС еще не завершены, однако уже сейчас можно подвести предварительные итоги проделанной работы и сформулировать ряд выводов, касающихся как палеоэкологических, так и чисто археологических проблем.

1. Изучение торфяных отложений Волковского и Шараповского болот дали возможность реконструировать растительность и климат региона за период более, чем за 11 тыс. лет (весь голоцен).

2. Анализ меньших по площади объектов (погребенных почв, мелких торфяников) позволил получить информацию об особенностях изменения локальной растительности разных элементов мезорельефа. Показано, что пойма Москвы-реки до середины голоцена была преимущественно безлесной (остепненной), а после похолодания 5000 л.н. заросла ельниками. Водораздельные леса были преимущественно широколиственными и сменились хвойными только в последние 500 лет (после и зарастания полей и пожарищ средневекового времени и в результате похолодания МЛП).

3. Все современные леса ЗБС являются вторичными и представляют собой посадки 19-20 веков или различные стадии естественного восстановления леса на месте бывших сельскохозяйственных угодий или вырубок.

4. Все современные верховые сфагновые болота в прошлом были низинными или переходными. Их расширение и олиготрофизация произошли только в последние 1000-1500 лет, в том числе из-за интенсивной хозяйственной деятельности, пожаров и торфоразработок.

5. Впервые в Московской области зафиксированы следы земледельческой и скотоводческой деятельности, относящиеся к эпохе бронзового века (культура шаровидных амфор, фатьяновская и абашевская культуры).

6. Сделан шаг вперед в реконструкции системы землепользования железного века (дьяковская культура): найдены признаки использования поймы в округе городищ под пастбища и признаки распашки на верхних террасах р. Сетунь и на водоразделе рядом с Волковским болотом (карьер Сима).

7. Для водораздельных участков получены ясные данные об их интенсивном и многоплановом хозяйственном использовании в эпоху раннего и позднего Средневековья, выявлены следы циклов подсечного земледелия, погребенные пахотные горизонты. Впервые изучены и продатированы водораздельные гидротехнические сооружения раннеславянского времени.

Список литературы

Ершова, Е.Г. (2014) Природное окружение фатьяновских поселений и могильников в долине Москвы-реки по данным спорово-пыльцевого анализа. *Российская археология* 4: 19-23.

Ершова, Е.Г. (2018) Ключевые висячие болота Звенигородской биостанции МГУ и их информационное значение для археологических исследований. *De mare ad mare. Археология и история: сборник статей к 60-летию Н.А Кренке*. Смоленск. 19-29.

Ершова, Е.Г., Кренке, Н.А. (2014) Изучение природных и культурных ландшафтов железного века в долине Москвы-реки методами палинологии и археологии. *Вестник археологии, антропологии и этнографии* 26 (3): 159-172.

Кренке, Н.А. (2019) Древности бассейна Москвы-реки от неолита до Средневековья: этапы культурного развития, формирование производящей экономики и антропогенного ландшафта. Москва, Смоленск. 392 с.

Кренке Н.А., Александровский А.А., Войцик А.А., Ершова Е.Г., Ершов И.Н., Кудрявцев А.А., Лавриков М.В., Лазукин А.В., Панин А.В., Раева В.А., Трусов А.В., Чаукин С.Н. (2015) Работы Звенигородской экспедиции ИА РАН в 2010-2013 гг. по изучению памятников неолита и бронзового века в долине Москвы-реки. *Археологические открытия 2013-2015*: 202-205.

Ershova E.G., Alexandrovskiy A.L., Krenke N.A. (2016) Evolution of landscapes of the Moskva River floodplain in the Atlantic and Subboreal: pedological and palynological records. *Catena* 137: 611-621.

Растительность и климат московского региона в голоцене по данным болота национального парка «Лосиный остров»

Мягкая А.В.

africatoun@gmail.com

г. Москва, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Одним из способов изучения климатических характеристик прошлого является реконструкция их с помощью спорово-пыльцевого анализа последовательно накапливающихся водно-болотных отложений. В зарубежных исследованиях для реконструкции климата чаще всего используются метод подбора современных аналогов (Modern Analogue Technique), основанный на сравнении ископаемых спектров с современными (Overpeck, 1985; Новенко и др., 2014). Для Европейской части России работы с использованием этого метода пока немногочисленны, а для территории Московского региона подобные реконструкции до сих пор не проводились.

Целью настоящей работы является реконструкция растительности и климата Московского региона по данным спорово-пыльцевого анализа торфяной залежи переходного болота, расположенного в центре национального парка «Лосиный остров». Болото занимает небольшое замкнутое водораздельное понижение, его площадь 2,4 га, но до мелиоративных работ середины 20 в. оно было значительно крупнее. Глубина торфяной залежи в центре болота достигает 7,5 м. Ботанический анализ торфа показал, что на протяжении почти всего периода формирования оно было открытым (Куликова, 2013). Согласно радиоуглеродным датам и результатам спорово-пыльцевого анализа (Ершова, Березина, 2013), накопление торфа шло непрерывно в течение всего голоцена, а в пыльцевых спектрах преобладал региональный компонент «пыльцевого дождя». Перечисленные выше характеристики делают выбранный объект подходящим для палеоклиматических реконструкций.

Образцы торфа отбирали в 2004 и в 2019 годах в центре болота (N 55.84973, E 37.84597), с использованием торфяного бура с шагом в 5 (2.5) см. Образцы были обработаны по стандартным методикам (Faegri, Iversen 1989). Радиоуглеродные даты по 6 образцам были получены в AMS лаборатории А.Е.Lalonde, Оттава, и откалиброваны в программе OxCal 4.3; по ним была построена модель накопления торфа. Реконструкция климатических параметров (T_{ann} , T_{jul} , T_{jan} , P_{ann}) была проведена методом подбора современных аналогов (МАТ), при этом были использованы 375 современных поверхностных спектров из Российской и Европейской (European Pollen Database) пыльцевых баз данных. Климатические параметры для современных спектров были получены из базы данных Climate-data.org. Процедура моделирования производилась в среде C2 (Juggins, 2007), в качестве меры сходства использовался квадрат евклидового расстояния.

Выполненные реконструкции позволили проследить следующие изменения растительности и климата окрестностей Москвы за более, чем 10 тыс. лет.

До 10,2-10,5 тыс. л.н., в начале пребореального периода голоцена, ключевое кальцетрофное болото находилось на окраине бывшего ледника. В составе торфа и в пыльцевых спектрах присутствует ель, встречена также пыльца вяза и орешника, что свидетельствует о теплых и влажных условиях климата и о ранней экспансии ели в Московском регионе.

После похолодания 10,2-10,3 тыс. л.н. наблюдается резкое исчезновение пыльцы ели и широколиственных пород, из древесных остается только *Betula* с примесью *Pinus* и *Corylus*. Меняются условия питания болота - эвтрофный торф/сапропель меняется на переходный торф.

В бореальном периоде (10-8 тыс. лет назад) в пыльцевых спектрах доминирует сосна и, в меньшей степени, береза. Распространение *Tilia* и *Ulmus* начинается около 9-8,5 тыс. л.н., но ненадолго замедляется в период 8,2-8,0 тыс. л.н. На соответствующей глубине

выделяется тонкая прослойка сфагнового торфа, на пыльцевой диаграмме виден резко выраженный пик пыльцы березы, что, предположительно, отражает реакцию растительности на «8.2k cold event». Климатические реконструкции указывают на резкие кратковременные колебания температуры и влажности. В целом, климат бореального периода был континентальнее и суше современного.

8,0-4,8 тыс. л.н. – период термического оптимума голоцена и господства в регионе широколиственных лесов из *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer*, *Fraxinus* и *Corylus*. Около 6 тыс. л.н. единично появляется пыльца ели. Согласно климатической модели, климат был значительно теплее и суше современного, однако с отчетливой тенденцией снижения температур и повышения влажности к концу периода.

С 4,8 тыс. л.н. начинается постепенная экспансия ели. Первый верхний максимум ели датирован 3,4-3,5 тыс. л.н., а с 2,5 тыс. л.н. ель становится доминантом в пыльцевых спектрах, хотя широколиственные деревья сохраняются вплоть до массовых рубок последних столетий. Смоделированные климатические показатели для этого периода близки к современным, но отмечаются значительные колебания: понижение температур и повышение влажности ~4,5 тыс. л.н. и ~2,5 тыс. л.н.

Первые хорошо выраженные признаки сведения лесов под поля в окрестностях Лосиног острова датированы 1800-1700 л.н. Мы предполагаем, что это след дьяковской культуры раннего железного века, населявшей бассейн Москвы-реки в начале 1 тысячелетия н.э., хотя памятники этого времени на территории Национального парка до сих пор не найдены. В период 900-1500 л.н. наблюдается «второй верхний максимум ели», который может быть как отражением похолодания, так и запустения Темных веков. Новое массовое сведение лесов под распашку фиксируется начиная с 700 л.н., его максимум приходится на 14-15 вв, что подтверждается находками на территории Национального парка средневековых памятников. Смоделированные климатические показатели последних 2 тыс. лет, в целом, близки к современным. Резко выделяется понижение температур и увеличение влажности 700-500 л.н. (МЛП), совпавший с максимумом антропогенной активности.

С 17 в. в спектрах снижается участие антропогенных индикаторов и индикаторов нарушений, так как в то время территория нынешнего Лосиног острова стала охотничьими угодьями царской семьи, а в последствии – заповедником. В современных поверхностных спектрах доминирует береза, вероятно, за счет сокращения площади ельников.

Список литературы

Ершова, Е.Г., Березина, Н.А. (2013) Результаты спорово-пыльцевого анализа торфяной залежи переходного болота в центре 35 квартала Национального парка "Лосиный остров". Научные труды национального парка "Лосиный остров". Вып. 3 / Под ред. В.В. Киселевой, Ф.Н. Воронина. С. 100-106.

Куликова, Г.Г. (2013) К типологической характеристике болота в центре 35 квартала Погонно-Лосиног лесопарка. Научные труды национального парка "Лосиный остров". Вып. 3 / Под ред. В.В. Киселевой, Ф.Н. Воронина. С. 71-99.

Новенко, Е.Ю., Зюганова, И.С., Ольчев, А.В. (2014) Применение метода палеоаналогов для прогноза динамики растительности при изменениях климата. Доклады Академии наук. 457(1): 117-121.

Juggins, S. (2007) C2 User Guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. University of Newcastle, Newcastle-upon-Tyne.

Overpeck, J.T., Webb, T., Prentice, I.C. (1985) Quantitative interpretation of fossil pollen spectra: Dissimilarity coefficients and the method of modern analogs. *Quaternary Research*. 23: 87-108.

Четыре этапа антропогенной трансформации растительности центра и северо-запада европейской части России. Насколько «дикие» леса видели наши предки?

Носова М.Б.

mashanosova@mail.ru

г. Москва, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

Исследования, выполненные нами в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (Носова, 2009) и Государственном природном заповеднике «Полистовский» (Nosova et al. 2017, 2018) с использованием метода палинологического анализа, а также привлеченные литературные данные (Königsson et al., 2007; Новенко, 2016) позволили для территории Европейской части России выделить 4 этапа антропогенной трансформации растительного покрова зоны хвойно-широколиственных лесов.

По мере потепления в раннем голоцене, на освободившиеся от ледника территории мигрировали сначала холодостойкие, а затем и теплолюбивые виды деревьев. В бореальном периоде (9000-8000 тыс. л.н.) уже присутствовали все эдификаторы лесных фитоценозов и дальше их соотношение изменялось в зависимости от климатических условий. Несмотря на значительное потепление в середине голоцена (около 8000-5000 л.н.) и увеличение доли широколиственных таксонов в составе растительности, леса центральных и северо-западных областей в это время носили смешанный характер. Ель не теряла окончательно своих позиций ни на северо-западе (Полистовский заповедник), ни, тем более, в более континентальных условиях центра Европейской части России (Центрально-Лесной заповедник). Около 5000 л.н. произошло похолодание, которое на северо-западе практически не изменило состав растительных сообществ, а в центре лишь несколько уменьшило участие широколиственных таксонов, и вплоть до очередного похолодания около 2500 л.н. (следующего климатического рубежа) зональная растительность Европейской части России представляла собой хвойные, хвойно-широколиственные и широколиственные леса и их сукцессионные производные в разных сочетаниях. Именно в таком ландшафте начинали вести свою хозяйственную деятельность племена, населявшие Русскую равнину и сменявшие друг друга.

Охотники и собиратели мезолита и неолита влияли преимущественно на состав ближайших к поселению участков растительности. Значительных открытых участков, судя по палинологическим данным, в результате их деятельности не формировалось. Первые признаки производящего хозяйства относятся к концу неолита – началу бронзового века, около 4000 л.н. и несколько позже. Это единичные находки культурных злаков, не сопровождающиеся очевидными изменениями степени открытости ландшафтов и состава растительных сообществ.

Следующий этап трансформации растительности наступает в железном веке, 2500-2700 л.н., когда находки пыльцы *Cerealia* продолжают быть единичными, но становятся регулярными. В спектрах возрастает разнообразие недревесных пыльцевых таксонов и немного увеличивается их участие. Эти изменения сопровождаются снижением участия в спектрах широколиственных таксонов и *Picea*.

С началом славянской колонизации во второй половине I тыс. н.э. воздействие человека на зональную растительность увеличивается, на палинологических диаграммах кривая *Cerealia* около 1000 л.н. становится непрерывной, а сведение лесов в результате подсечно-огневого земледелия влечет за собой смену их состава в пользу пионерных таксонов (*Betula*, *Alnus*, *Pinus*), а также увеличение доли травяных сообществ.

На всех изученных диаграммах с территории Полистово-Ловатской болотной системы наблюдается снижение сельскохозяйственной активности и некоторое восстановление позиций еловых и широколиственных лесов с начала Малого ледникового периода и до

начала XVII века. Предположительно, лимитирующим фактором для зональных сообществ в это время был не столько климат, сколько антропогенное воздействие: несмотря на ухудшившиеся климатические условия, уменьшение антропогенного пресса приводит к восстановлению зональной растительности.

Третий этап связан с интенсивным ростом населения и увеличением распашки в XVII веке после окончания Смутного времени. Около 400 л.н. происходит резкое возрастание участия в спектрах как пыльцы культурных злаков, так и сопровождающих их сорняков, индикаторов выпаса и травянистых таксонов в целом. Максимум антропогенной трансформации ландшафтов, согласно палинологическим данным, относится к XVIII - середине XX вв. В это время резко снижается участие ели (до минимума в позднем голоцене) и широколиственных пород (почти до нуля) в палинологических спектрах и, соответственно, в сложении растительности. Формируется привычный современному человеку облик среднерусского ландшафта.

После Великой Отечественной войны картина ландшафта начинает постепенно меняться. Территории с экстенсивным типом хозяйственной деятельности, к которым относятся оба заповедника (оба организованы на «неудобьях»), особенно в западных областях, сильно пострадавших от войны, постепенно теряют население, происходит забрасывание сельскохозяйственных земель и зарастание их лесом. С другой стороны, сохранившиеся на момент начала XX века леса, в течение всего столетия подвергались промышленным лесозаготовкам. Таким образом, ландшафт становится более лесным, но леса преобладают вторичные, молодые. Это отражается и в палинологических диаграммах: в самых верхних образцах разрезов мы наблюдаем снижение участия пыльцы трав и увеличение – деревьев, главным образом, за счет березы и сосны, но также происходит некоторое восстановление позиций ели.

Список литературы

Новенко, Е.Ю. (2016) Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов (Ред. О.К. Борисова). М.: ГЕОС.

Носова М.Б. (2009) Спорово-пыльцевые диаграммы голоценовых отложений как источник информации об антропогенном воздействии на растительность в доисторический период (на примере Центрально-Лесного заповедника). *Бюллетень МОИП. Серия Биологическая* 114 (3):30-36.

Nosova, M., Severova, E. & Volkova, O. (2017) A 6500-year pollen record from the Polistovo-Lovatskaya Mire System (northwest European Russia). *Vegetation dynamics and signs of human impact. Grana* 56(6): 410-423.

Nosova, M.B., Novenko, E.Y., Severova, E.E., & Volkova, O.A. (2018) Vegetation and climate changes within and around the Polistovo-Lovatskaya mire system (Pskov Oblast, north-western Russia) during the past 10,500 years. *Vegetation History and Archaeobotany* 1-18 (online)

Königsson L.K., Possnert, G. & Hammar, T. (1997) Economical and cultural changes in the landscape development at Novgorod. Vol. 29. Tor. 353-387.

Палинологические индикаторы палеоэкологических условий верхневалдайского позднеледникового Карелии

Филимонова Л.В.¹, Лаврова Н.Б.²

filimonovaluda@mail.ru

¹ г. Петрозаводск, ИБ КарНЦ РАН, ² г. Петрозаводск, ИГ КарНЦ РАН

Обобщены результаты палинологических и макрофоссильных исследований позднеледниковых отложений Карелии, включающих средний дриас, аллеред и поздний дриас (12350–10300 л. н.). Установлено, что палиноспектры позднеледниковых отложений Карелии включают пыльцу и споры растений из окружающих местообитаний, переотложенные и дальнезаносные пыльцевые зерна. Большая часть микрофоссилий, скорее всего, была принесена ветром с территорий, находящихся вне пределов Карелии, часть переотложена при размыве или эрозии более древних осадков; вклад местной пыльцы – незначительный. Это подтверждается данными расчета концентрации пыльцы в осадках с использованием метода «маркирующих» спор (по: Stockmarr, 1971). Принимая во внимание особенности седиментации и эрозионные процессы в позднеледниковое время, можно утверждать, что переотложение играло существенную роль в формировании палиноспектров. В основном переотложенная пыльца отличалась более темным цветом, уплощенностью, минерализацией, «стеклянным» блеском и утолщением оболочки, а также расплывчатостью структурных и скульптурных элементов экзины. При отсутствии указанных особенностей, учитывалась экологическая несовместимость идентифицированных по пыльце таксонов растений (по: Гричук и др., 1969). Так, встреченная в позднеледниковых отложениях пыльца неморальных и термофильных видов (*Acer*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Ul. scabra*, *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*) считалась не синхронной осадкам, поскольку обитание этих древесных пород в условиях сурового климата невозможно. Также могла быть перемещена из более древних осадков часть пыльцы деревьев бореального происхождения. Подтверждением процесса переотложения служит присутствие в позднеледниковых отложениях дочетвертичных спороморф. При интерпретации данных состава спорово-пыльцевых спектров и реконструкции растительности позднеледникового помимо исключения дальнезаносной и переотложенной пыльцы учитывали разную устойчивость микрофоссилий к разрушающим факторам окружающей среды. Плохо сохраняется пыльца, имеющая тонкую экзину и нежную структуру (*Larix* и др.).

Условия существования растений зависят от многих экологических регулирующих и ограничивающих факторов, к которым относятся теплообеспеченность, увлажнение и почвенно-грунтовые условия. Анализ широтного и долготного распространения компонентов ископаемой флоры, их эколого-ценотической приуроченности показал, что в позднеледниковье на территории Карелии произрастали виды растений, предъявляющие разные требования к теплообеспеченности. Преобладали криофильные виды, произрастающие в настоящее время чаще всего в тундре и лесотундре. Некоторые из них, так называемые микротермы, распространены на территориях с более холодным и континентальным климатом (*Alnaster fruticosus*, *Melandrium angustiflorum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Thalictrum alpinum*). Менее многочисленна группа растений индифферентных к температурам (*Ephedra* spp., *Eurotia ceratoides*, *Kochia prostrata*). Ныне они встречаются в районах Евразии с более континентальным и аридным климатом (степи, полупустыни и пустыни), а также в горных районах центральной Азии.

Важным диагностическим признаком контрастного увлажнения, присущего природным условиям позднеледникового времени, может служить одновременное присутствие в отложениях этого времени пыльцы растений ксерофитов (*Ephedra* spp., *Eurotia ceratoides*, *Kochia prostrata*, *K. scoparia*), мезофитов (*Arctostaphylos alpina*, *Atriplex nudicaulis*, *Chamaepericlymenum suecicum*, *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*, *Dryas octopetala*) и

гигрофитов (*Caltha palustris*, *Rorippa islandica*, *Scirpus sylvaticus*, *Valeriana officinalis*). Контрастность увлажнения местообитаний была обусловлена тем, что в приледниковой зоне на фоне сухого континентального климата создавалось повышенная влажность грунтов, связанная с таянием ледника, многолетней мерзлоты и массивов мертвого льда, наличием приледниковых озер, постоянно меняющих свои размеры и конфигурацию.

Редкая встречаемость в озерных отложениях пыльцы гигро- и гидрофитов (*Isoetes lacustris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *M. spicatum*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *Typha latifolia*) указывает на то, что холодные климатические условия препятствовали зарастанию водоемов. Об этом же свидетельствует комплекс водорослей *Pediastrum* (*P. integrum* var. *integrum*, *P. kawraiskyi*, *P. privum*), характерных для холодных, глубоководных, олиготрофных водоемов.

Постоянное присутствие в палиноспектрах позднеледниковья пыльцы *Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Kochia scoparia* обусловлено существованием в это время несформированных и нарушенных почвогрунтов, которые образовывались в результате эрозии и солифлюкции. В качестве индикаторов широкого распространения песчаной, супесчаной и гравийной морены, флювиогляциальных песков, а также литоральных песчано-гравийных отложений, лишенных почвенного покрова, можно рассматривать пыльцу петрофитов (*Alnaster fruticosus*, *Criptogramma crispa*, *Saxifraga nivalis*, *S. oppositifolia*) и псаммофитов (*Chenopodium polyspermum*, *Hippophaë rhamnoides*).

Присутствие в позднеледниковых отложениях пыльцы галофитов (*Atriplex nudicaulis*, *Salicornia europaea*, *Salsola kali*) указывает на образование засоленных грунтов. Появлению таких местообитаний способствовала многолетняя мерзлота, которая в условиях сухого климата вызывала поверхностное засоление в депрессиях рельефа, препятствуя выносу солей в более глубокие горизонты грунтов (Гричук М.П., Гричук В.П., 1960). Характерна также постоянная встречаемость пыльцы *Alnaster fruticosus*, современный ареал которой ограничен распространением многолетней мерзлоты. Хионофобы (*Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*) свидетельствуют о существовании участков, лишенных снежного покрова, которые создавались под действием сильных стоковых ветров, дующих с ледника. Хионофилы (*Alnaster fruticosus*, *Oxyria digyna*, *Saxifraga nivalis*) указывают на образование нивальных местообитаний у склонов возвышенностей, для которых характерно скопление снега. Из кальцефильных растений идентифицирован *Helianthemum nummularium*, из ацидофильных – *Pteridium aquilinum*. Встреченная в отложениях пыльца гелиофитов (*Ephedra* spp., *Eurotia ceratoides*, *Helianthemum nummularium*, *Hippophaë rhamnoides*, *Pleurospermum*) подтверждает несомнность растительного покрова.

Выполненный комплексный анализ ископаемой флоры, определение концентрации пыльцы и выявление растений индикаторов экологических условий позволили получить более достоверные реконструкции растительности и окружающей среды в позднеледниковье (Лаврова, Филимонова, 2018).

Работа выполнена по Госзаданию КарНЦ РАН (ИБ КарНЦ РАН, № АААА-А17-117031710038-6, ИГ КарНЦ РАН, № АААА-А18-118020690231-1).

Список литературы

Гричук, М.П., Гричук, В.П. (1960) О приледниковой растительности на территории СССР. Перигляциальные явления на территории СССР. М., с. 15–26.

Гричук, В.П., Мальгина, Е.А., Моносзон, М.Х. (1969) Значение палеоботанических материалов для стратиграфии валдайских отложений. Последний ледниковый покров на северо-западе европейской части СССР. Ред. И.П. Герасимов. М., с. 57–105.

Лаврова, Н.Б., Филимонова, Л.В. (2018) Использование анализа состава ископаемой флоры для реконструкции растительности и палеоэкологических условий позднеледниковья Карелии. Труды КарНЦ РАН 10: 27–43. DOI: 10.17076/eco882.



Картографирование растительности и ДДЗ

Экосистемный подход к оценке ботанического разнообразия Кодаро-Каларского оробиома (Северное Забайкалье)

Бочарников М.В.

maxim-msu-bg@mail.ru

г. Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Концепция биомного разнообразия, на основе которой предложена классификация природных экосистем (Walter, Breckle, 1991), рассматривает биом в качестве базовой региональной единицы оценки биоразнообразия, в процессе становления и развития биоты которой сложились ее наиболее оптимальные взаимоотношения с абиотической средой, прежде всего, с биоклиматическими условиями и ландшафтной структурой территории. В горах с высотно-поясными закономерностями структуры растительного покрова и их интегральным выражением в типах поясности растительности на региональном уровне организации биоты выделяют оробиомы, нашедшие отражение на научно-справочной карте «Биомы России» (2018).

Биомный подход к региональному анализу пространственной организации биоты, основанный на интегральной оценке биоразнообразия, уровень которого определяется спецификой становления и совместного развития экосистем, адаптирующихся к конкретным эколого-географическим условиям, является перспективным при выявлении эколого-географических факторов формирования биоразнообразия и выявления региональных аспектов дифференциации его показателей. В отношении изучения растительного покрова как базового компонента экосистем он включает в себя ряд исследований:

- оценка флористического и фитоценотического компонентов растительного покрова;
- изучение пространственной организации разнообразия в связи с комплексом обуславливающих ее условий;
- региональный сравнительно-географический анализ разнообразия.

Закономерности формирования ботанического разнообразия непосредственно связаны с определенным пространственным уровнем организации биоты, поскольку детерминирующие ее факторы и степень их воздействия различны в разных масштабах, что выявлено, в частности, для уровней организации флористического и фитоценотического разнообразия (Юрцев, 1983). Региональный уровень характеризует ботаническое разнообразие в пределах типа и группы типов высотной поясности. На первое место среди определяющих факторов выходит климат, с градиентом ключевых показателей которого (тепло- и влагообеспеченность) связано формирование конкретных высотных поясов растительности как единых эколого-динамических систем.

В настоящем исследовании дана оценка закономерностям пространственной структуры разнообразия, выявленным в соответствии с экосистемными принципами анализа биоты гор на основе Кодаро-Каларского оробиома. Растительный покров рассматривается в качестве базового компонента экосистем и отражает высотно-поясную целостность растительности конкретных высотных спектров в рамках типа поясности, связанную с единством формационного состава растительности и характерных черт флористического и фитоценотического разнообразия высотных поясов (Огуреева, Бочарников, 2017). Высотные пояса и подпояса выступают ключевыми структурными единицами растительного покрова в горах (Огуреева, 1999). Особенности их состава находят отражение в географических вариантах оробиома, определяя возможность сравнительного анализа разнообразия на региональном уровне. Отдельные высотные пояса и подпояса в рамках географических вариантов и всего оробиома в целом рассмотрены в работе в качестве опорных единиц сравнительного анализа ботанического разнообразия оробиома.

Кодаро-Каларский оробиом как региональное подразделение в системе экосистемного разнообразия гор характеризуется единством в отношении высотно-поясной структуры растительности и определяющих ее градиентов климатических условий. Для оробиома свойственна трехчленная структура поясности, формирующаяся в резкоконтинентальном климатическом секторе при выраженном температурном градиенте. Различия в высотных пределах поясов и составе их фитоценотического разнообразия имеют региональную специфику, проявляющуюся в растительном покрове Северного Забайкалья. Однако фоновые черты, которые заключаются в повсеместном развитии горных тундр, стланиковых сообществ в рамках гольцового типа высокогорий (выше 900-1000 м), господстве лиственничных лесов в горнотаежном поясе (600-900 м), участии сосновых лесов в нижней части высотного спектра (400-600 м), характеризуют оробиом в целом.

Ботанико-географические особенности Кодаро-Каларского оробиома, сложившиеся в результате длительного исторического развития биоты в Северном Забайкалье, отражены в его современной высотно-поясной структуре. Фоновое участие лиственничных лесов Ангарида-Каларского комплекса в горнотаежном поясе, в целом, свойственно всему Забайкалью, но особенности фитоценотического разнообразия (в частности, широкое распространение кедровостланиковых лиственничников), выраженное развитие лиственничных и березовых редколесий у верхней границе леса, а также небольшая доля сосновых лесов определяют отличия рассматриваемого оробиома от Южнозабайкальского. Фрагментарное участие в растительном покрове темнохвойно-таежных лесов характеризует важный ботанико-географический рубеж с Прибайкальем, рассматриваемым вместе с Баргузинским хребтом, где преобладают формации Урало-Южносибирской фратрии. Роль ерниковых сообществ, широко развитых в составе комплексов марей на солифлюкционных подгорных склонах в Восточной Сибири, для оробиома относительно невелика в связи с сильно расчлененным рельефом и меньшим развитием подходящих местообитаний. Разнообразие высокогорной растительности в целом для оробиома связано с условиями гольцового типа и представлено доминированием лишайниковых, дриадовых, осоково-моховых тундр и участием альпинотипных лугов, выделяющихся по видовому богатству, но встречающихся локально.

Выявленные черты в ботаническом разнообразии Кодаро-Каларского оробиома и важнейших обуславливающих его факторов на основе высотно-поясной структуры растительности характеризуют региональный уровень оценки разнообразия биоты и дают возможность его дальнейшего сравнительно-географического анализа на экосистемной основе.

Список литературы

Карта "Биомы России" в серии карт природы для высшей школы (м. 1: 7 500 000), (2018) / Г.Н. Огуреева, Н.Б. Леонова, Л.Г. Емельянова и др. Издание 2-е переработанное и дополненное. М., Всемирный фонд дикой природы (WWF).

Огуреева, Г.Н. (1999) Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (м. 1:7 500 000). Серия карт природы для высшей школы. М., Экспресс, 1999.

Огуреева, Г.Н., Бочарников, М.В. (2017) Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий. *Экосистемы: экология и динамика* 1 (2): 52–81.

Юрцев, Б.А. (1983) О количественной оценке «веса» видов при флористическом районировании. *Ботанический журнал* 68 (9): 1145–1152.

Walter, H., Breckle, S.-W. (1991) *Ökologische Grundlagen in globaler Sicht*. Stuttgart, G. Fischer. 586 pp.

**Закономерности пространственно-временного варьирования
фотосинтетически активной биомассы лесных экосистем по материалам
дистанционного зондирования Земли.**

Глазунов Г.П., Евдокимова М.В., Титарев Р.П., Шестакова М.В.

Glazng@mail.ru

г. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова

Обоснован подход к выявлению закономерностей временной и пространственной изменчивости наземной фитомассы на основе анализа данных (Landsat 8; Sentinel-2) дистанционного зондирования Земли с использованием теоретического уравнения, выведенного ранее (Гендугов, Глазунов, 2014) в рамках законов сохранения механики и макроскопической химической кинетики живых реагирующих систем.

Показано, что при условии введения постоянной для каждой мониторинговой площадки (пикселя) результирующей (в форме среднего геометрического) начальной концентрации содержащихся в почве тяжёлых металлов (Li, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Mo, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, Pb) в константы уравнения, сезонная динамика вегетационного индекса подчиняется теоретическому уравнению, константы и особые точки которого являются индивидуализирующими характеристиками каждой площадки (пикселя).

При условии введения в константы уравнения фиксированного времени закономерности пространственного изменения вегетационного индекса по мониторинговым площадкам (пикселям) с одинаковыми, помимо концентрации тяжёлых металлов, почвенными свойствами, сведены к уравнению дозовой зависимости, константы и особые точки которого являются индивидуализирующими характеристиками отклика растительного покрова (NDVI) на результирующую начальную концентрацию в почве тяжёлых металлов данного набора.

Список литературы

Гендугов, В.М., Глазунов, Г.П. (2014) Макрокинетическая модель микробного роста на многокомпонентном субстрате // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2014, № 3, с. 10-16.

Картирование заброшенных земель в восточной Европе с помощью спутниковых снимков Landsat и Google Earth Engine

Глушков И.В.¹, Лупачик В.¹, Прищепов А.В.², Потапов П.В.³, Пукинская М.Ю.⁴,

Ярошенко А.Ю.¹, Журавлева И.В.¹

igor.glushkov@greenpeace.org

¹ г. Москва, ГИС лаборатория «Гринпис»,

² *Copenhagen, Department of geosciences and natural resource management, University of Copenhagen,*

³ *Global land analysis and discovery (glad) laboratory in the department of geographical sciences at the University of Maryland,*

⁴ г. Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Парижское соглашение по предотвращению катастрофических климатических изменений и ограничению глобального потепления лимитом в 1.5 °C, является вызовом как для правительств отдельных государств, так и для всего общества в целом. В тоже время, рост глобального потребления приводит к расширению обрабатываемых земель, за счёт участков дикой природы и эта тенденция скорее всего сохранится и в будущем. Но этот процесс происходит неравномерно в разных частях света, в зависимости от рыночных механизмов и социально-экономической обстановки в конкретном регионе и наряду с увеличением площади обрабатываемых земель, наблюдается и обратный процесс – рост заброшенных земель. Заброшенные земли широко распространены по всему земному шару и имеют важное значение для биоразнообразия и биогеохимических циклов.

В лесной зоне, зарастающие молодым лесом, заброшенные земли могут стать ценными территориями для восстановления и дефрагментации существующих лесов, депонирования углерода, существования ключевых видов животных и ценным ресурсом для ведения альтернативных способов устойчивого хозяйствования. Восточная Европа, включая европейскую часть бывшего Советского Союза, является наиболее интересным примером широкого распространения заброшенных земель после распада СССР. Ряд исследований и официальная статистика оценивают площадь распространения заброшенных земель от 20 до 40 млн. га на территории ЕЧСС (Lesiv et al., 2018). Однако до сих пор остаются под вопросом актуальное распределение заброшенных земель, а также, сколько из этих земель заросли лесом после 1990 г.

В работе на основе различных доступных коллекций спутниковых снимков Landsat были проанализированы изменения нормализованного индекса водности (Normalized Difference Water Index (NDWI), за последние три и шесть лет, а также была проведена оценка современного состояния заброшенных земель на 2017 год. Оценка сезонной динамики индекса NDWI была проведена на основе 16 дневных композитов Landsat TM/ETM+/8 (Hansen et al., 2013) и экспертного выбора порога для разделения обрабатываемых и заброшенных полей.

Методами пространственного анализа, реализованными в среде Google Earth Engine, был получен набор данных о пространственном распределении заброшенных земель с разрешением 30 м/пиксель. Построенная карта изменения землепользования включает девять классов: класс 1 относится к обрабатываемым землям (пашни и сенокосы), классы 2 и 3 относятся к недавно заброшенным полям, 3 и 6-10 лет, соответственно. Класс 4 относится к зарастающим молодым лесом полям за последние 20 и класс 5 за последние 30 лет, соответственно. Последние 4 класса включают в себя лесные земли (6), зарастающие вырубки, гари ветровалы (7) и потери лесного покрова по состоянию на 2016 год (8), болота с буфером в 100 м (9). Предварительные данные позволяют оценить площадь активно используемых полей порядка 60-65 млн. га, зарастающих или уже заросших лесом полей в

25-30 млн. га или 40% от общей площади заброшенных земель. В настоящее время для нескольких регионов Европейской части РФ, проводится валидация полученной классификации с использованием независимых реперных данных с использованием подходов случайной выборки (random sampling). Присваивание классов для реперных данных производится с использованием доступных снимков сверхвысокого разрешения, а также данных полевых обследований.

Предварительные результаты показывают высокий потенциал для восстановления лесной растительности, особенно в Европейской части РФ, но к сожалению леса, выросшие на землях сельскохозяйственного назначения в настоящее время не имеют легального статуса и правовые аспекты ведения лесного хозяйства в них не определены. Также в большинстве случаев эти земли не используются и для ведения сельского хозяйства в связи с отсутствием ресурсов и экономической выгоды для расчистки от вновь выросшего леса. Более перспективным представляется использование данных территорий для ведения устойчивого лесопользования, в т.ч. лесного фермерства, что позволит увеличить доступность древесины для лесной промышленности и нужд местного населения и при этом снизить или, в идеальном случае, свести к нулю воздействие на последние участки диких лесов, включая малонарушенные лесные территории (МЛТ). Карта заброшенных земель доступна для просмотра по ссылке <https://peatfires.nextgis.com/resource/175/display?panel=info>.

Список литературы

Hansen, M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., S Stehman. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J.R.G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. 342: 850–53.

Lesiv, M., Schepaschenko, D., Moltchanova, E., Bun, R., Dürauer, M., Prishchepov, A.V., Schierhorn, F., Estel S. 2018. Spatial distribution of arable and abandoned land across former Soviet Union countries. *Scientific Data*. 5, 180056. DOI: 10.1038/sdata.2018.56

Картографирование растительности в свете современных методов и подходов

Дудов С.В.

serg.dudov@gmail.com

г. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова

Картографирование растительности как междисциплинарное направление на стыке географии и биологии развивалось с конца XIX века. Теоретическое обоснование геоботанического картографирования как в отечественной, так и в мировой науке было выполнено во второй половине прошлого века. Карта растительности рассматривается не только как средство визуализации информации, но и ее анализа (Сочава, 1979; Kuchler, Zonneveld, 1988). Картографирование растительности всегда являлось важнейшим инструментом для ботанико-географических построений, при этом в силу ограниченных возможностей для анализа получаемые выводы во многом оставались субъективными. «Цифровая революция», выраженная на доступности дистанционной информации, развитии геоинформационных и статистических методов, отразилась как в экологии и географии в целом, так в обсуждаемом направлении в частности. Рассмотрим основные вопросы, которые получают новое решение в контексте новых методов и подходов.

Вопрос: «Где распространен тот или иной тип растительных сообществ», - может быть решена на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ), богатейший источник информации о состоянии поверхности Земли (Kerr, Ostrovsky, 2003, Комарова и др., 2016). При этом, однако, получаемые на основе дешифрирования ДДЗ карты наземного покрова не тождественны картам растительности. Возможным подходом к выявлению контуров подразделений растительного покрова является экологическое моделирование ареалов (species distribution modelling). Это активно развивающееся направление в экологии и биогеографии обеспечивает качественный рывок вперед в изучении закономерностей пространственного распределения как отдельных видов, так и растительных сообществ (в целом или в виде «конструкта» на основе моделей отдельных видов), а также обосновании на их основе ботанико-географических рубежей. Банк пространственных данных о факторах среды в настоящее время обширен и постоянно пополняется. Для мелкомасштабных исследований доступны климатические модели (CHELSA, Worldclim), дистанционная информация о тепловых и влажностных параметрах экосистем, закономерностях облачности, почвенно-литологических условиях и др. Для крупномасштабных исследований важным источником информации являются цифровые модели рельефа. Эта пространственная экологическая информация дает также новый взгляд на вопрос потенциальной растительности.

Вопрос динамики растительного покрова, на современном этапе решается на базе ДДЗ как для катастрофических (потери лесного покрова из-за пожаров и вырубок и восстановление лесов на их месте), так и для поступательных изменений (например, процессов опустынивания) на основе анализа трендов вегетационных индексов в наборах сцен разномноголетних съемок. Прогноз дальнейшего развития растительного покрова может быть выполнен количественными методами на основе выявленных тенденций или сценариев глобальных изменений климата.

Структура как пространственные закономерности размещения растительных сообществ также может быть исследована количественно. Методы геостатистики (Fletcher, Fortin, 2019) позволяют выявить взаимосвязи между явлениями в пространстве, пространственные автокорреляции и обосновать выявленные закономерности.

Выделы карты растительности, разработанной на основе «экологичной» классификации, можно рассматривать как биогеоценотические подразделения поверхности Земли (MacKenzie, Meidinger, 2018), а геоботанические подразделения встраиваются в

систему типов местообитаний. В контексте экологического моделирования, для целей картографирования может быть использована не только геоботаническая информация – описания, но и данные о фактах регистрации видов растений. Объем такой информации постоянно пополняется благодаря мобилизации данных гербарных коллекций, активизации «гражданской науки» например на базе стремительно приобретающего популярность Inaturalist.org.

Основным вопросом геоботанического картографирования, при этом, остается классификация подразделений растительного покрова в масштабе исследования. Главнейшей же задачей геоботанического картографирования в нашей стране остается разработка новой карты растительности России. Она может быть решена современными методами и подходами в синтезе с национальной классификацией растительности.

Геоботаническое картографирование имеет значительный потенциал к развитию. Обозначенный В.Б. Сочавой (1979) тезис о карте как модели растительного покрова, выразившийся в подробном информационном наполнении легенды приобретает новое звучание с использованием модельного подхода. Интеграция экологической информации в итоговый картографический продукт является общей тенденцией развития направления.

Список литературы

Комарова, А.Ф., Журавлева, И.В., Яблоков, В.М. (2016). Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова. *Принципы экологии*. № 1. С. 40–74.

Сочава, В.Б. (1979). Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 190 с.

Юрцев, Б.А. (1982). Флора как природная система // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 87. №. 4. С. 3-22.

Fletcher, R., Fortin, M. J. (2019). Spatial ecology and conservation modeling: Applications with R. *Spatial Ecology and Conservation Modeling: Applications with R*. 523 p.

Kerr, J. T., Ostrovsky, M. (2003). From space to species: Ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 18, N. 6. PP. 299–305.

MacKenzie, W. H., Meidinger, D. V. (2018). The biogeoclimatic ecosystem classification approach: An ecological framework for vegetation classification. *Phytocoenologia*, Vol. 48 N. 2. PP. 203–213.

Использование данных дистанционного зондирования Земли для исследования экологических параметров растительных сообществ

Комарова А.Ф., Зудкин А.Г.

komanka@yandex.ru

г. Москва, Российское отделение Гринпис

Развивающиеся методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) открывают новые возможности для распознавания и картографирования растительных сообществ, для которых еще недавно использование ДЗЗ считалось неоправданным (Kuenzer et al., 2014; Petrou et al., 2015 и др.), в том числе синтаксономии болотных и лесных сообществ (Rapinel et al., 2015; Комарова, 2017), а также для установления экологических особенностей сообществ как через синтаксоны как «маркеры экологических совокупностей» (Миркин и др., 2004, с. 167), так и напрямую. Работа, имеющая целью обобщить опыт использования данных дистанционного зондирования Земли (включая съемку с беспилотных аппаратов) для выявления специфичности синтаксонов по отношению к основным абиотическим факторам, основана на нашем опыте картографирования растительных сообществ темнохвойных лесов Российской части Северо-Западного Кавказа и лугов охранной зоны Полистовского государственного природного заповедника.

В обоих случаях исследования были построены на основе большого числа наземных геоботанических описаний, которые также применялись для синтаксономической классификации растительности изучаемой территории. На Северо-Западном Кавказе на основании 116 геоботанических описаний выделено 2 ассоциации, 4 субассоциации и 6 вариантов, относящиеся к одному союзу *Abieti-Fagion orientalis* класса *Carpino-Fagetalia sylvaticae*, а в окрестностях Полистовского заповедника на 233 участках описаны сообщества 14 ассоциаций, относящиеся к 4 классам травяной растительности: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmito - Magnocaricetea*, *Epilobietea angustifolii*, *Artemisietea vulgaris*. В качестве данных дистанционного зондирования Земли использованы космические снимки Landsat OLI и Sentinel-2, цифровые модели рельефа (открытые данные о рельефе SRTM для Кавказа и, в связи с более строгими требованиями к разрешению данных о рельефе в условиях равнинных травяных сообществ, собственная цифровая модель рельефа, построенная по данным съемки с квадрокоптера, для Полистовского заповедника).

Основной задачей было определить, насколько хорошо установленные синтаксоны различаются в пространстве признаков, определяемых по данным ДЗЗ. Статистический анализ проведен в пакете R (применены критерий Вилкоксона с поправкой Бонферрони, построены боксплоты и бинплоты, модель на основе метода случайных лесов Random Forest, оценены наиболее значимые предикторы для сообществ разного ранга). В качестве предикторов для темнохвойных лесов Кавказа использовано 18 растровых наборов данных: отражение в диапазонах длин волн от синего до среднего инфракрасного, вегетационные индексы, индексы Кауфа-Томаса; высота над уровнем моря, крутизна, экспозиция и кривизна склонов; данные о сомкнутости полога. В этом случае алгоритм Random Forest предсказывает распределение тестовых точек по трем субассоциациям с точностью 94%, по восьми вариантам – с точностью 86%. Точность определения отдельных субассоциаций составляет более 90% для всех случаев. Для лугов окрестностей Полистовского заповедника в качестве данных дистанционного зондирования использовались спектральные каналы 02-08А, 11, 12 двух снимков Sentinel 2А: от 09 августа 2017 и 03 июня 2018, и индексы на их основе. Общая точность модели случайных лесов для классов составила 81%, для союзов – 64%. Данные о рельефе для лугов проанализированы отдельно от общего массива предикторов и только для 21 пробной площади; в этом случае параметры рельефа не внесли существенного вклада в разделение синтаксонов.

Эти результаты позволили также значительно уточнить экологический и геоморфологический портрет синтаксонов и их характеристики. Субассоциация *I. c. – A. n. vacciniotosum arctostaphyli* и вариант *Sanicula europea* характерны для южных склонов (чертой варианта *Sanicula europaea* является также распространение по выпуклым верхним частям склонов), субассоциация *I. c. – A. n. rhododendretosum pontici* и вариант, соответствующий ассоциации *Petasito albae-Abietetum nordmanniae* – для плакорных местообитаний и вершин хребтов, вариант *Galeobdolon luteum* в большей степени приурочен к нижним частям склонов небольшой крутизны с аккумулятивным характером транзита, а также террасам. Варианты *Salvia glutinosa* и *Calamagrostis arundinacea*, самые бедные по составу, имеющие выраженный бореальный характер, распространены по очень крутым склонам северных и западных экспозиций; они достаточно близки между собой, но вариант *Calamagrostis arundinacea* занимает более крутые склоны в узком высотном диапазоне 1500–1700 м над у.м. Результаты анализа спектральных откликов также соответствуют экологическим особенностям сообществ лугов окрестностей Полистовского заповедника. *Artemisietea vulgaris* – субрудеральные нитрофильные сообщества – характеризуются высокими значениями индексов Greenness and Brightness и вторым после *Epilobietea angustifolii* значением NDVI. *Epilobietea angustifolii* – сообщества многолетних травянистых растений на богатых почвах лесных опушек и местах нарушений – имеют максимальные значения индексов Chlorophyll Absorption, Red Edge, NDVI. Класс *Molinio-Arrhenatheretea* – типичные луга – очень разнообразны; из характерных черт входящих в него союзов следует отметить максимальные значения Red Edge и Chlorophyll absorption на августовских снимках – вероятно, сообщества этого союза, формирующиеся в увлажненных местообитаниях, имеют наиболее продолжительный период вегетации.

Таким образом, в обоих случаях данные дистанционного зондирования Земли являлись источником информации об экологических предпочтениях синтаксонов, а высокая точность моделей при использовании алгоритма Random Forest говорит о стабильности этих предпочтений, что говорит о правомерности выделения синтаксонов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00786.

Список литературы

Комарова, А.Ф. (2017) Разнообразие темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и закономерности их пространственного распределения. *Дисс... канд. биол. наук*, Москва. – 174 с.

Миркин, Б. М., Мартыненко, В.Б., Наумова, Л. Г. (2004) Значение классификации растительности для современной экологии. *Журнал общей биологии*. 65 (2): 167–177.

Kuenzer, C., Ottinger, M., Wegmann, M., Guo, H., Wang, C., Zhang, J., Dech, S., Wikelski, M. (2014) Earth observation satellite sensors for biodiversity monitoring: potentials and bottlenecks. *International Journal of Remote Sensing*, 35(18): 6599–6647.

Petrou, Z.I., Manakos, I., Stathaki, T. (2015). Remote sensing for biodiversity monitoring: a review of methods for biodiversity indicator extraction and assessment of progress towards international targets. *Biodiversity and conservation*, 24(10): 2333–2363.

Rapinel, S., Bouzillé, J.B., Oszwald, J., Bonis, A. (2015) Use of bi-seasonal Landsat-8 imagery for mapping marshland plant community combinations at the regional scale. *Wetlands*, 35(6): 1043–1054.

Растительность островов Порьей губы Белого моря

Кудр Е.В.¹, Кожин М.Н.^{1,2,3}

katja-kudr@mail.ru

¹ г. Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

² г. Кандалакша, Кандалакшский государственный природный заповедник

³ г. Апатиты, Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н.А. Аврорина
Кольского научного центра РАН

Изучение структуры растительного покрова – одна из главных задач геоботаники. Один из важнейших методов изучения растительности – составление карт растительного покрова. Изучение особенностей островных экосистем даст возможность грамотного подходить к их охране.

Цель работы – изучить структуру растительного покрова и закономерности распределения растительных сообществ архипелага Порьей губы. Порья губа вдается в северный берег Кандалакшского залива Белого моря, за Полярным кругом. Архипелаг входит в состав Кандалакшского государственного природного заповедника. Архипелаг является хорошим модельным объектом для исследования распределения растительных сообществ.

Описание растительности и карта составлены на основании геоботанических описаний, выполненных в основных типах растительных сообществ архипелага. Описания выполнялись в 2017 году. За это время было выполнено 129 полных геоботанических описаний. Также в работе было использовано 82 описания, выполненных М. Н. Кожиным в 2008–2013, 2015 годах. В работе также были использованы данные лесной таксации, проведенной на территории заповедника в 2016 году. Для дешифрирования контуров растительных сообществ были использованы аэрофотоснимки. Построение карт выполнено в программе программных пакетах ArcGis 9.3 и 10.1. Карта растительности составлена в масштабе 1: 5 000 с использованием географической системы координат WGS-84.

Легенда карты составлена по типологическому принципу и включает 51 выдел. Большинство выделов соответствует ассоциациям в эколого-морфологической системе классификации, некоторые – микрокомбинациям. Помимо этого, было определено место исследуемых сообществ в системе классификации Ж. Браун-Бланке с целью оценки разнообразия растительного покрова островов.

Растительность архипелага представлена бореальными лесами, тундрообразными сообществами, болотами, приморской растительностью, сообществами открытых скал, антропогенными сообществами.

Бореальные леса покрывают наибольшую площадь на территории архипелага. Этот тип сообществ отличается значительным разнообразием. В системе классификации Браун-Бланке лесная растительность архипелага относится к классу *Vaccinio-Piceetea* и представлена 6 союзами: *Cladinio stellaris* – *Pinion sylvestris* (олиготрофные сосновые леса на скальных грядках), *Empetro* – *Piceion obovatae* (мезофильные сосновые, еловые, вторичные березовые леса), *Piceion excelsae* (заболоченные хвощевые ельники), *Vaccinio uliginosi* – *Pinion sylvestris* (облесенные олиготрофные болота), *Empetro hremaphroditi* – *Betulion pumilae* (березовые криволесья). Богатые травяные еловые и березовые леса были отнесены к классу *Mulgedio aconitetea* (порядок *Mulgedion alpini*). Лесные сообщества преобладают на островах внутренней части архипелага.

Тундрообразные сообщества также занимают значительную площадь и отличаются высоким разнообразием. Сообщества данного типа были отнесены к классу *Loiseleurio procumbentis* – *Vaccinietea* (союз *Phyllodoco* – *Vaccinion myrtilli*) в эколого-флористической системе классификации, тем не менее их также рассматривают в составе класса *Oxycocco-Sphagnetetea*. Этот тип растительности доминирует на островах внешней части архипелага.

Болота занимают небольшие площади в составе архипелага, однако разнообразие болотных фитоценозов также высоко. Болотные сообщества были отнесены к 3 классам: *Oxycocco – Sphagnetea* (союз *Oxycocco microcarpi – Empetrion hermaphroditi* – олиготрофные сфагновые болота), *Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae* (союзы *Stygio – Caricion limosae* – минеротрофные сфагновые болота и *Sphagno warnstorffii – Tomentyption nitentis* – богатые травяные болота), и *Betulo carpaticae – Alnetea viridis* (союз *Salicion phylicifoliae* – заболоченные ивняки). На крупных островах формируются болотные массивы.

Прочие типы сообществ покрывают небольшие площади в составе архипелага и отличаются более низким разнообразием. Приморская растительность представлена классами *Juncetea maritima* (союз *Caricion glareosae*) и *Ammophiletea* (союз *Agropyro-Honckenyon peptiloidis*). Растительность открытых скал была отнесена к классу *Juncetea trifidi* (*Carici – Juncion trifidi*). Антропогенные сообщества представлены луговыми фитоценозами (класс *Molinio – Arrhenatheretea*, порядок *Arrhenatherion elatioris*).

Нами была выдвинута гипотеза, заключающаяся в том, что разнообразие растительного покрова островов может быть описано в соответствии с положениями островной теории биогеографии Р. Н. MacArthur и Е. О. Wilson и зависит от размера острова. Для описания зависимости разнообразия растительного покрова острова от его площади использовано уравнение Аррениуса, были посчитаны коэффициенты: $y=3.3 \cdot x^{0.25}$. В среднем на острове площадью 1 га встречаются сообщества трех различных классов.

В ходе данной работы впервые составлена карта растительности архипелага Порьей губы. В пределах исследуемой территории наблюдается высокое разнообразие растительных сообществ, и карта является важным этапом его изучения.

Оптимизация данных-предикторов моделей пространственного распространения видов (SDM)

Орлов М.А.¹, Шелудков А.В.²

orlovmikhailanat@gmail.com

¹ *г. Пущино, Пущинский научный центр биологических исследований РАН*

² *г. Москва Институт географии РАН*

Модели пространственного распределения (также называемые модели пространственного распространения, species distribution models, SDM) применяются для выявления связи между местами фактического обнаружения (локалитетами) видов организмов и условиями окружающей среды. Основой SDM является машинное обучение с учителем (supervised machine learning) — группа методов статистической обработки и экстраполяции данных. Различия между доступными методами пространственного распространения состоят в используемых алгоритмах, способности обобщать взаимосвязи между наблюдениями (локалитетом) и значениями предикторов, а также тем, используют ли они предсказания во времени или пространстве. Отличаться могут также формат зависимой переменной, тип переменных-предикторов, вид выходных данных и др. (Naimi, Araújo, 2016). Несмотря на активное развитие моделей пространственного распределения видов, в русскоязычной литературе им посвящены единичные публикации (Dudov, 2017).

Важной задачей при построении SDM является выбор переменных, описывающих некоторые биотопы. Он может быть основан на знаниях о биологии конкретных видов, соответствующей экологической нише и лимитирующих факторах. Показано (Dudov, 2017), что особенности рельефа имеют большее значение при моделировании стенотопных растений, а данные дистанционного зондирования — эвритопных видов. Другой подход состоит в оценке физического содержания предикторов, поскольку они могут оказаться коррелирующими и/или малоинформативными при совместном использовании. Так, широко применяемые при построении SDM биоклиматические переменные базы данных WorldClim (<http://www.worldclim.org/>) включают в себя коррелирующие по определению переменные, в частности, полученные в результате математических преобразований других переменных. Наряду с физическим и географическим смыслом предикторы должны отвечать техническим требованиям построения моделей. Нарушения при выборе предикторов увеличивают статистический шум и снижают точность. В связи с этим целесообразны предварительный анализ данных, что возможно при помощи машинного обучения без учителя (unsupervised machine learning) и обзорной статистики, а также оценка влияния предикторов в работу уже полученных моделей. Они служат альтернативой обычно используемому в различных реализациях алгоритма Maxent тесту пермутации. Для того, чтобы обеспечить лучшую точность SDM, уместен индивидуальный подбор метода машинного обучения применительно к конкретной и исследовательской задаче и совместное использование разных моделей (ансамблей) (Naimi, Araújo, 2016).

В данной работе авторы сосредоточились на выборе оптимальных предикторов для моделей пространственного распределения видов, а также на вкладе предикторов в уже полученные модели. Мы использовали метод максимальной энтропии (Maxent) — наиболее популярный метод машинного обучения, применяемый при построении SDM. Maxent реализован в виде самостоятельного программного обеспечения на языке Java, а также ряда библиотек языка R (Naimi, Araújo, 2016). В качестве предикторов распространения растений использованы биоклиматические данные из базы WorldClim, извлеченные с разрешением в 15'' (секунд) для полуострова Крым (Россия) и острова Ванкувер (Канада). Выбор территорий исследования определяется их близкой площадью и полнотой данных о растительности (база данных GBIF, <https://www.gbif.org/>) при принадлежности к различным широтам и климатическим зонам. Использование таких территорий призвано выявить

изменения в структуре биоклиматических данных (исследованной при помощи обзорного анализа данных) и вклада одних и тех же предикторов в работу классификаторов-моделей SDM. С этой целью проведен корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), анализ главных компонент (PCA, используется для понижения размерности многомерных данных) и оценена многомерная структура данных (с помощью кластерного анализа). В случае Крыма удалось показать высокую корреляцию описывающих режим осадков переменных между собой и отрицательную — с переменными термального режима. Для острова Ванкувер наблюдается схожая, но заметно менее выраженная картина; однако коэффициент сезонности имеет высокую положительную корреляцию с показателями температуры, а не режимом осадков. Анализ главных компонент (PCA) также указал на определенную вырожденность переменных двух данных групп и позволил оценить величину их вклада в дисперсию набора данных. Как и ожидалось, схожие по физическому содержанию (например, максимальная температура самого теплого квартала и самого теплого месяца) и полученные арифметическим преобразованием из других (изотермальность, температурная сезонность, месячный и годовой разбросы температуры) скоррелированы и вносят сравнительно мало новой информации при совместном использовании. Кластерный анализ продемонстрировал возможность предварительного анализа набора данных-предикторов.

Опираясь на полученные данные, мы удалили часть менее информативных предикторов из исходного набора (6 из 19). Оба набора для полуострова Крым были использованы для получения моделей пространственного распространения *Pimpinella tragioides*, места фактического нахождения для которого извлечены из GBIF. Основой для них послужили как реализованный в библиотеке языка R алгоритм максимальной энтропии, так и ряд других (включая классификаторы случайный лес, наивный байесовский и т.д.), что сделало возможным сравнение их результатов и показателей работы. В большинстве случаев предсказанные ареалы оказались близки; точность моделей — сопоставима. Примечательно, что удаление переменных при получении редуцированного набора данных (треть общей информации) не сопровождалось ухудшения точности при заметном снижении статистического шума. Таким образом, обзорный анализ позволил получить представление о имеющихся данных, верифицировать их и выбрать малоинформативные и скоррелированные переменные-предикторы. Их удаление не привело к изменению структуры данных (выявлена с помощью кластеризации). Оптимизация предикторов снизила уровень статистического шума, служащего источником неточностей моделей.

Список литературы

Dudov, S.V. (2017) Modeling of species distribution with the use of topography and remote sensing data on the example of vascular plants of the Tukuringra ridge low mountain belt (Zeya state nature reserve, Amur oblast). *Biology Bulletin Reviews* 7(3): 246–257.

Naimi, B., Araujo, M.B. (2016) sdm: a reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. *Ecography* 39:368–375, DOI: 10.1111/ecog.01881.

Подходы к анализу растительного разнообразия Азиатской России

Санданов Д. В.

denis.sandanov@gmail.com

г. Улан-Удэ, ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Закономерности распределения видового богатства и влияние факторов, определяющих данные тренды, до сих пор остаются главными фундаментальными проблемами современной экологии. Изучение закономерностей разнообразия растительного мира проводится на глобальном и региональном уровне, в числе последних хорошо изученными являются Европа и Северная Америка. По территории Азии имеются отрывочные данные (в основном для Китая и ряда стран Юго-Восточной Азии), а Россия до сих пор остается большим «белым пятном» на всемирной карте растительного разнообразия. Необходимо отметить, что в последние годы в России активизировались исследования по созданию различных баз данных, оцифровке гербарных материалов, публикации информации по распространению растений в открытом доступе. Однако, большой охват и неравномерная обследованность территории не позволяют проводить первоначальные обобщения. Европейская часть России составляет 23,3% от территории страны и является достаточно хорошо изученной во флористическом плане и в аспекте географии растений. Просторы Азиатской России, которые составляют почти треть всей территории Азии, в этом плане пока недостаточно исследованы, несмотря на наличие крупных флористических сводок для изучаемой территории. Информация по распространению отдельных видов, особенно на севере региона, характеризуется низким разрешением, что не позволяет проводить детальный анализ.

Для территории Восточной Евразии нами проведена предварительная оценка видового богатства древесных растений и основных детерминирующих факторов их разнообразия (Санданов и др., 2017). Так, для видов умеренной зоны отмечается значимый вклад экологической переменной как аномалии средней температуры самой холодной четверти года с периода последнего ледникового максимума, что может свидетельствовать о большом влиянии оледенения на распространение древесных растений. Детерминирующими факторами видового богатства древесных Восточной Евразии также являются средняя температура самой холодной четверти года и среднегодовая температура. Расчет ключевых переменных отдельно для территории Азиатской России в противовес выявил большее влияние осадков в самую теплую и самую влажную четверть года. Горы юга Сибири и Дальнего Востока характеризуются лучшим увлажнением, что способствует формированию высокого видового богатства древесных растений в этих регионах.

Большинство современных исследований трендов пространственного разнообразия растений проводятся в лесных экосистемах или для древесных растений, тогда как закономерности для травянистых видов изучены недостаточно. Наши исследования для аридных территорий Внутренней Азии показали, что отклик различных биоморф на климатические условия и их географическое распределение могут в значительной степени различаться (Liu et al., 2019). Поэтому, в качестве перспективных направлений можно определить изучение ключевых факторов, определяющих границы и конфигурацию ареалов растений различных биоморф, выявление отклика древесных и травянистых видов на современные климатические условия и динамику климата в прошлом. В целом, на территории континентальной Азии наблюдается различное сочетание макрофакторов, определяющих общее фиторазнообразие и распространение различных биоморф. Вследствие этого, необходим анализ ключевых градиентов, маркирующих распределение растений, таких как градиент океаничности–континентальности, градиент тепловой обеспеченности, зона влияния оледенений плейстоцена, рубеж между «зонами ответственности» Атлантики и Пацифики. Эти исследования позволяют выявить территории потенциально уязвимые при

различных изменениях среды (включая и изменения климата), что в конечном итоге будет важной характеристикой при организации охраны редких и эндемичных видов растений и изучении центров их разнообразия (hot-spots). Распространение отдельных видов и групп растений (эндемики, реликты, систематические и хорологические группы) можно смоделировать современными методами, что было, например, проведено нами для видов восточноазиатской приуроченности (Санданов, Найданов, 2015).

Немаловажным условием развития исследований являются имеющиеся наработки по созданию конспекта флоры Азиатской России, который по предварительным данным включает уже более 8000 видов (Cherpinoga et al., 2019). В дальнейшем планируется уточнение флористических списков по всему региону и валидизация информации по распространению видов. Для комплексного изучения растительного разнообразия Азиатской России необходима консолидация всех имеющихся данных по распространению растений: информация с этикеток гербарных сборов, периодические издания (флора определенного региона, атласы, определители), данные обследования территории (флористические списки, конспекты флоры и т.д.), непосредственные полевые данные, любые другие данные по присутствию-отсутствию видов (например, фотографии растений с геопривязкой), открытые базы данных (GBIF, BIEN, ALA, RAINBIO, DRYFLOR и т.д.). В этом плане очень важными являются исследования по оцифровке гербария Московского госуниверситета, подготовке геопривязок для имеющихся гербарных материалов и распространение полученных данных в свободном доступе (Seregin, 2018). Хорошим источником информации могут являться данные конкретных/локальных флор. Локальные флоры в большинстве случаев небольшие по площади, поэтому на их основе можно составить общее распространение видов для определенных территорий. Вся полученная информация может быть легко встроена в регулярную сетку различного масштаба.

Таковы основные подходы к изучению растительного разнообразия Азиатской России. Несмотря на широкое использование в мировой научной практике различных методов моделирования и оценке закономерностей видового богатства растений данное направление пока недостаточно представлено в российских ботанических исследованиях. Развитие этих подходов позволит глубже изучить уникальные ботанические объекты Северной Евразии, понять закономерности распределения растительного разнообразия, оценить динамику распространения видов, групп растений, фитоценозов в свете изменений климата и антропогенных трансформаций, разработать практические рекомендации по их охране.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 19-54-53014 и в рамках государственного задания по теме № АААА-А17-117011810036-3

Список литературы

Санданов, Д.В., Найданов, Б.Б. (2015) Пространственное моделирование ареалов восточно-азиатских видов растений: современное состояние и динамика под влиянием климатических изменений. *Растительный мир Азиатской России* 3 (19) : 30–35.

Санданов, Д.В. Wang, Z., Su, X. (2017) База данных по распространению древесных растений Восточной Евразии: возможности и перспективы. *Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии*. Иркутск. С. 179–181.

Cherpinoga, V.V., Doronkin, V.M., Xue, J. (2018) Progress in compiling backbone taxonomy for vascular plants of Asian part of Russia. *1st International Symposium on Mapping Asia Plants*. Beijing. P. 30–31.

Liu, Y., Su, X., Shrestha, N., Wang, S., Xu, X., Li, Y., Wang, Q., Sandanov, D., Wang, Z. (2019) Effects of contemporary environment and Quaternary climate change on dryland plant diversity differ between growth forms. *Ecography*. 42 : 334–345.

Seregin, A.P. (2018) The largest digital herbarium in Russia is now available online! *Taxon*. 67 (2): 463–467.

**Антропогенная
трансформация и охрана
растительного мира**



Антропогенная растительность Российского Прикаспия

Бананова В.А., Харитонов Ч.С., Менкеев В.Э-Г.

bananova2018@yandex.ru

г. Элиста, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова

Изучение влияния антропогенных факторов на засушливые земли прослежено на примере Российского Прикаспия, большую часть которого занимает Республика Калмыкия. Это животноводческий регион. С целью повышения продуктивности пастбищ, развития растениеводства, в Калмыкии создана в земляном русле сеть обводнительно-оросительных систем (ООС). Перевыпас, нерациональное использование ООС, др. антропогенные факторы постоянно создают угрозу развития экологических рисков и катастроф. В связи с этим изучение антропогенной растительности, её индикаторная значимость, динамика всегда для региона актуальны.

Исследования влияния гидромелиорации на прилегающие экосистемы производилось на территории Яшкульского района Республики Калмыкия. Он расположен в центральной части Прикаспийской низменности, в зоне полукустарничковых лерхополынных пустынь, абс. высота (-11,0) м. Полигон находится между двумя действующими каналами и пересыхающей летом речки «Яшкуль», площадь 101 га. Изучение осуществлялось методом ключевых участков (полигонов), эколого-динамического профилирования (Виктров и др. 1961, Лазарева и др. 2016). Анализ почвенных образцов произведён в республиканской агрохимической лаборатории. Исследования проводились в течение 2014-2017 гг, установлено, что фитоценотическое разнообразие полигона слагают три типа растительности: пустынный, болотный и луговой, занимающие 38,6 % : 4,1% : 57,3% его территории. Первый тип включает эвгалофитные солеросовые (*Salicornia perennans*), острово-солеросово-тростниковые (*Tripolium pannonicum*, *Salicornia perennans*, *Phragmites australis*) и галоксерофитные (*Climacoptera brachiata*) пустынные сообщества. Болотный тип представлен корневищными гигрофитными тростниковыми (*Phragmites australis*, *Bolboschoenus maritimus*) плавнями с эвгалофитными однолетними солянками. Луговой тип слагают два класса галофитные болотистые тростниково-ситниковые (*Juncus gerardii*, *Phragmites australis*), водолубово-ситниковые (*Juncus gerardii*, *Eleocharis palustris*) сообщества и настоящие разнотравно-солончаково-полынные (*Artemisia santonica*).

Динамика растительности в зоне влияния каналов прослежена на экологическом профиле длиной 1,5 км. По особенностям почвогрунтов и структуре растительного покрова здесь выделены два экологических уровня: низкий и средний. Первый образуют 5 ассоциаций, в которых доминантами и индикаторами гидроморфного солончака являются *Salicornia prennans*, *Phragmites australis*. Корнеобитаемый слой почвы (0-30см) тяжелосуглинистый, сухой остаток 2,6% - 5,3% тип засоления – Cl, SO₄, Cl-SO₄, цвет от белесого до темно-зеленого. Коэффициент флористической общности между сообществами низкого уровня высокий (40 - 70%), видовая насыщенность 4 - 9 видов, общая 13.

Средний экологический уровень формируют супротиволистносолянковые (*Climacoptera brachiata*) и разнотравно-солончаково-полынные (*Artemisiaia santonica*) сообщества, почвы слоя (0-30см) среднесуглинистые, сухой остаток 0,296 % тип засоления – Cl-SO₄, окраска от белесого до светло-зеленого. Доминантами-индикаторами снижения УГВ, засоления являются галомезофит *Artemisia santonica* и галоксерофит *Climacoptera brachiata*, коэффициент видовой общности сообществ – 24%, видовая насыщенность 10-19 видов, общая 25. Переходной ступенью между низким и средним уровнями является средне-низкий подуровень, образованный водолубово-ситниковыми и тростниково-ситниковыми сообществами, коэффициент флористической общности между ними 16 %, что подтверждает их переходный характер (Лазарева и др. 2016).

Следовательно, строительство и эксплуатация каналов в земляном русле в условиях аридного климата способствует развитию подтопления, вторичного засоления. Происходит галофитизация почвенно-растительного покрова, смена климаксовой Прикаспийской лерхопопынной полукустарничковой пустыни галогигрофитными и галофитными сообществами.

Как указывалось выше, Калмыкия животноводческая Республика. В настоящее время по численности скота она занимает второе место по Российской Федерации. Изучение влияния выпаса скота на растительность производилось методом ключевых участков (полигонов), расположенных в разных по природным условиям районах. Объект исследования данной статьи, полигон «Улан – Хол». Он находится на юго-востоке Калмыкии, на границе Черноземельского и Лаганского административных районов, близ одноимённого поселка. Рельеф полигона бугристо-грядовый с барханами высотой до 2 метров. Коренная растительность - злаково-лерхопопынная песчаная пустыня, которая в находится на различных стадиях сбоя. Из них в настоящее время доминирует умеренная, занимающая до 50,4% площади полигона с прутняково-мятликово-лерхопопынными (*Artemisia lerchiana*, *Poa bulbosa*, *Kochia prostrata*), житняково-верблюжьеколючково-лерхопопынными (*Artemisia lerchiana*, *Alhagi pseudoalhagi*, *Agropyron fragile*) сообществами. Значительную площадь (36,5%) занимают: однолетниково-лерхопопынные и гармалово-тырсиковые (*Stipa sareptana*, *Peganum harmala*) ценозы, образующие сильную стадию деградации. При очень сильной пастбищной дигрессии на фоне голых подвижных песков изредка встречаются кусты ядовитых *Peganum harmala* и *Euphorbia seguierana*, на окраине - вредные для скота *Alhagi pseudalhagi*, *Xanthium strumarium*, *X.spinosum* и др. (Джапова 2008, Баранова и Лазарева 2014).

На пастбищах принадлежащих посёлку местное население применяет сезонные сроки пастбы: летний и зимний. На первом скот выпасается с апреля по ноябрь месяцы, на зимних с декабря по март (7:5). Несмотря на это травостой их сильно изменён перевыпасом. Вместе с тем, растительный покров каждого из них имеет свои особенности.

На летних пастбищах в период исследований (2015-2017гг) в растительном покрове господствовали сильная и очень сильная стадии сбоя, занимая 74,3% (52,4: 21,9%) территории участка, травостой был гармалово-тырсиковый и разнотравно-однолетниковый. В первой ассоциации доминантом являлась вредная после цветения *Stipa sareptana*, субдоминантом *Peganum harmala*. Урожайность, кормовая ценность этих пастбищ практически равны нулю. На зимних пастбищах в настоящее время умеренный, сильный и очень сильный сбой находились приблизительно в равных соотношениях, занимая (34,1:43,8%) площади участка. В отличие от летних пастбищ, здесь встречаются небольшие фрагменты слабого прутняково-лерхопопынного сбоя (1,3%). Улучшенные территории образуют заросли джужгуна (*Callygonum aphyllum*), посадка которых, произведена более 15 лет тому назад. Они находятся в удовлетворительном состоянии и занимают 20,8% от общей площади полигона (Баранова и Лазарева 2014).

Использование пастбищ в различные сроки выпаса мы считаем более рациональным, т.к., предусматривается отдых, что способствует восстановлению травостоя, сохранности ценных для скота растений.

Список литературы

Баранова, В.А., Лазарева, В.Г. (2014) Тенденции изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в Республике Калмыкия. *Аридные экосистемы* Т.20. № 2(59): 87–96.

Викторов, С.В., Востокова, Е.А., Вышивкин, Д.Д. (1962) *Введение в индикационную геоботанику*. Москва, МГУ, 227 с.

Джапова, Р.Р. (2008) *Динамика пастбищ и сенокосов Калмыкии*. Элиста, КалмГУ, 176 с.

Лазарева, В. Г., Баранова, В. А., Харитонов, Ч.С., Горяев, И.А., Нгуен Ван Зунг. (2016) Индикаторная роль растительности при мелиорации аридных ландшафтов Прикаспия (на примере Республики Калмыкия). *Юг России: экология, развитие*. Т.11(3): 151–164.

Изучение и охрана сосудистых растений в Московской области

Варлыгина Т.И., Суслова Е.Г.

tat-varlygina@yandex.ru

г. Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

На территории Московской области в течение многих десятилетий ведутся флористические исследования. Их интенсивность в последние годы усилилась в связи с: 1) подготовкой 3-х изданий Красной книги Московской области (ККМО), 2) обследованием практически всех существующих и проектируемых ООПТ как областного, так и федерального значения, в том числе для постановки их на кадастровый учет, 3) регулярным мониторингом состояния популяций редких видов флоры. За последние годы для многих видов сосудистых растений была получена новая информация, которая существенно дополнила представление об их распространении, числе местонахождений и динамике популяций на территории области.

В 2017 г. Министерством экологии и природопользования МО утверждена новая редакция Схемы развития и размещения ООПТ Московской области, благодаря реализации которой их площадь к концу десятилетия значительно возрастет. Практически на всех ООПТ, существующих или проектируемых, охраняются или будут охраняться места обитания редких и исчезающих видов флоры. По результатам обследований и мониторинга в 2008 г. был создан электронный Банк данных объектов животного и растительного мира, занесенных в ККМО. В последующие годы в него собирали все сведения о местах обитания редких видов, в том числе из научных публикаций и гербариев. Это позволило нанести на картосхемы точки всех известных находок охраняемых видов с 1900 г. по настоящее время, что было использовано в новом издании ККМО (2018). Анализ картосхем показал, что за прошедшее десятилетие изученность флоры Подмосковья значительно улучшилась, но и сейчас остаётся ряд видов и территорий, нуждающихся в дальнейших исследованиях.

Состояние нескольких видов растений вызывает тревогу. Давность их находок в области приближается к 100-летнему порогу, а значит, уже в следующем издании ККМО они могут попасть в список исчезнувших, это: *Lycopodium tristachyum* Pursh, *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser, *Triglochin maritimum* L., *Ranunculus gmelinii* DC., *Petasites frigidus* (L.) Fr и *Orobanche purpurea* Jacq. Специалистам следует сосредоточиться на специальном поиске этих растений в нашем регионе. Кроме того, несмотря на неоднократные поиски, в последнее десятилетие так и не обнаружены редкие орхидеи: *Cypripedium guttatum* Sw., ятрышник шлемовидный *Orchis militaris* L., *Orchis ustulata* L., *Epipogium aphyllum* Sw., *Herminium monorchis* (L.) R. Br., *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser *Ophrys insectifera* L., *Listera cordata* (L.) R. Br. Не найдены и некоторые растения с категорией редкости 1 и 2, такие как: *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Laserpitium latifolium* L., *Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link, *Galatella linoisyris* (L.) Rehb. fil., *Senecio tataricus* Less., *Montia fontana* L., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., *Oreoselinum nigrum* Delarbre, *Orobanche pallidiflora* Wimm. et Grab., *Gentiana amarella* L., а также *Eleocharis quinqueflora* (Hartmann) O. Schwarz и *Polygonum viviparum* L.

Основными причинами сокращения численности или исчезновения редких видов в области являются: осушение болот и добыча торфа, проводившиеся в разные годы; обширные пожары 1972 и 2010 гг.; застройка и хозяйственное освоение территорий с одной стороны, прекращение сенокосения, выпаса и зарастание залежей – с другой; зарегулирование стока рек и создание водохранилищ, что привело к трансформации или исчезновению пойменных лугов; появление и массовое внедрение агрессивных инвазионных видов, повреждение еловых лесов короедом-типографом; усиливающееся рекреационное воздействие.

Региональная охрана. За последние годы было уточнено распространение в области большинства редких видов, включенных в первые два издания ККМО, подтверждено нахождение на ее территории ранее указанных видов, а также обнаружены новые редкие виды.

В марте 2018 г. утвержден обновленный Список объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Московской области (Распоряжение..., 2018), а в конце года вышло третье издание ККМО (2018), в котором представлено 206 видов сосудистых растений. В результате мониторинговых исследований у 39 таксонов была изменена категория. Только у 6 видов отмечена положительная динамика их состояния на территории области в связи с новыми находками, что отразилось в изменении их статуса в лучшую сторону: у *Betula nana* L. и *Saxifraga hirculus* L. категория изменилась с 0 на 1, у *Salvinia natans* (L.) All. и *Lonicera caerulea* ssp. *pallasii* (Ledeb.) Browicz – с 1 на 2, у *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski) и *Epipactis palustris* (L.) Crantz – стала 3.

В 3-е издание ККМО включено 10 новых видов сосудистых растений. Пять из них перенесены в основной Перечень из Списка растений, нуждающихся в контроле и наблюдении в МО, в связи с ухудшением их состояния на территории области: *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr., *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Ophioglossum vulgatum* L., *Pedicularis palustris* L. и *Lathyrus palustris* L. Еще 5 видов – найдены в области впервые: *Aconogonon alpinum* All., *Polygala sibirica* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Verbascum phoeniceum* L. и *Juncus stygius* L. Из нового издания ККМО по разным причинам исключено 9 видов.

В последнее время охрана редких видов становится наиболее значимой и реальной именно на региональном уровне. В МО территориальная охрана растений осуществляется на таких ООПТ федерального значения, как Приокско-Террасный ГБПЗ, НП «Лосиный остров», Госкомплекс «Завидово» со статусом национального парка и на 245 областных ООПТ, причем 17 из них, площадью более 20 тыс. га, созданы в течение последнего десятилетия. Проектируется расширение ряда ООПТ, к утверждению готовятся несколько постановлений по ряду новых ООПТ.

В регионе ведется периодическое наблюдение за изменением числа популяций некоторых редких видов, занимаемой ими площади, а также динамики численности особей в них, отмечается успешность плодоношения и наличие возобновления. Такие исследования необходимы для более объективной оценки редкости видов с использованием региональных критериев МСОП. Сейчас идет процесс накопления данных для их применения.

Государственная охрана. 19 редких видов МО занесены в Красную книгу РФ, в том числе эндемик Средней России – *Cotoneaster alaunicus*, а также: *Isoetes echinospora*, *I. lacustris*, *Stipa pulcherrima*, *S. dasyphylla*, *S. pennata*, *Fritillaria meleagris*, *F. ruthenica*, *Iris aphylla* и 10 видов орхидных – *Cypripedium calceolus*, *Liparis loeselii*, *Epipogium aphyllum*, *Neottianthe cucullata*, *Ophrys insectifera*, *Dactylorhiza traunsteineri* и *D. baltica*, *Cephalanthera longifolia*, *Orchis militaris* и *O. ustulata*.

Почти все они относятся к категориям редкости 1 и 2, т.е. встречаются в области крайне редко или на очень ограниченной территории. Эти растения нуждаются в особом внимании и специальных программах по их изучению и охране на территории региона.

Международная охрана. В Бернскую Конвенцию (Приложение I) включено 12 видов из ККМО и один вид из её Приложения 1. В Приложение II Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры (СИТЕС) входят все представители семейства орхидных, а также *Adonis vernalis*. В Европейский Red list of vascular plants внесены *Neottianthe cucullata* и *Epipogium aphyllum* с категорией EN (в опасности).

Для усиления охраны редких видов в Московской обл. необходимо: 1) реализовать создание и укрупнение запроектированных ООПТ, в том числе 3-х крупных природных парков; 2) утвердить таксы, применяемые для расчетов по возмещению ущерба, нанесенного редким видам и местам их обитания; 3) продолжить сбор информации по редким видам и заполнение базы данных.

Список литературы

Красная книга Московской области (издание третье, дополненное и переработанное) (2018) / Отв. ред. Варлыгина Т.И., Зубакин В.А., Никитский Н.Б., Свиридов А.В. Московская область, ПФ «Верховье», 810 с.

Охрана редких видов и сообществ в заповеднике «Барсакельмес»

Димеева Л.А.¹, Алимбетова З.Ж.²

l.dimeyeva@mail.ru

¹ г. Алматы, Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК,

² г. Аральск, Барсакельмесский государственный природный заповедник

Заповедник «Барсакельмес» был организован в 1939 году на одноименном острове в Аральском море. Долгое время экосистемы заповедника были изолированы от материковых, это способствовало сохранности в неизменном виде растительности северотуранских пустынь. В результате падения уровня моря Барсакельмес оказался в эпицентре экологической катастрофы глобального масштаба. В конце 1990-х годов территория острова объединилась с материком. С 2006 г. заповедник стал существовать в новых границах, его территория была расширена почти в 10 раз за счет присоединения кластерного участка «Каскакулан» с прилегающим осушенным дном моря. В ближайшей перспективе будет присоединен участок «Дельта» – водно-болотные угодья в авандельте реки Сырдарьи.

После присоединения водно-болотных угодий в границах заповедника будет охраняться 325 видов сосудистых растений, относящихся к 60 семействам и 191 роду (Димеева и Алимбетова, 2012). В списке видов растений есть 14 эндемиков Казахстана (*Artemisia aralensis*, *A. scopiformis*, *A. quiqueloba*, *A. camelorum*, *Atriplex pratovii*, *A. pungens*, *Petrosimonia hisutissima*, *Astragalus brachypus*, *Tulipa borszczovii*, *Calligonum crispatum*, *C. palibinii*, *C. humile*, *C. spinulosum*, *Corispermum laxiflorum*) и 6 представителей из Красной книги Казахстана (2014) и Кызылординской области (Редкие и исчезающие... 2014): тюльпан Борщова (*Tulipa borszczovii*), лебеда Пратова (*Atriplex pratovii*), камыш казахстанский (*Scirpus kasachstanicus*), нимфейник щитовидный (*Nymphoides peltatum*), сальвиния плавающая (*Salvinia natans*), селитрянка Шобера (*Nitraria schoberi*). Особое внимание в настоящее время уделяется сохранению саксауловых лесов (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*), для восстановления которых введен мораторий на любые виды рубок.

Разнообразие растительных сообществ определяется геоморфологическими особенностями, рельефом и почвенно-грунтовыми условиями. Образование обширной территории осушенного дна и присоединение острова к восточному побережью Аральского моря привело к формированию широкой полосы первичных растительных сообществ и группировок, находящихся на разных стадиях сукцессионного развития, характеризующихся уникальным сочетанием популяций видов разных жизненных форм и стратегий.

Основная черта растительности коренного берега – комплексность. Плакорная растительность формируется сообществами, главным образом, трех видов – полыни белоземельной, бияргуна и пырея пустынного (*Artemisia terrae-albae*, *Anabasis salsa*, *Agropyron desertorum*). Закономерное чередование растительных сообществ обусловлено гранулометрическим составом, степенью засоления и солонцеватости бурых пустынных почв. В составе белоземельнополынных сообществ встречается редкостойный саксаул.

В растительном покрове бугристо-грядовых песков доминируют саксаул (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*). Саксауловые сообщества заповедника являются единственными в Приаралье эталонами естественных экосистем. Формирование саксаульников связано с приморскими песками. На аральских морских террасах распространены эфемерные, курчавковые, гребенчиковые, эфедровые, селиново-жужгуновы саксаульники. Общее проективное покрытие 10-70 %. В составе сообществ более 30 видов (*Ephedra distachya*, *Atraphaxis spinosa*, *Calligonum aphyllum*, *Astragalus brachypus*, *Alhagi pseudalhagi*, *Salsola paulsenii*, *Anisantha tectorum*, *Meniocus linifolius*, *Alyssum turkestanicum*, *Eremopyrum orientale*, *Senecio poeanus*, *Kochia odontoptera*, *Eremopyrum orientale*, *Aeluropus littoralis* и др.).

Активное формирование саксаульников идет на осушенном дне моря. Первые экземпляры саксаула появляются на 5-10 годы зарастания. Они входят в состав сарсазановых, селиновых и псаммофитнокустарниковых сообществ (*Halocnemum*

strobilaceum, *Stipagrostis pennata*, *Calligonum aphyllum*, *Eremosparton aphyllum*, *Astragalus brachypus*, *Haloxylon aphyllum*). Первые саксауловые сообщества появляются на 15 год зарастания. Субдоминантами сообществ остаются сарсазан, селин и псаммофитные кустарники, а саксаул становится доминантом.

Восточное побережье острова Барсакельмес соединилось с материком в конце 90-х годов. Растительность на участках осушки между островом и коренным берегом представлена группировками однолетних солянок (*Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*, *Bassia hyssopifolia*, *Petrosimonia triandra*, *Atriplex pratovii*), иногда с тамариксом (*Tamarix laxa*). Нередко встречаются пустоши с единичными растениями (<1%). Саксауловые сообщества особенно широко распространены вблизи острова, где часто образуют фитогенные формы рельефа, а проективное покрытие достигает 40%.

Растительность коренного берега острова Каскакулан представлена сообществами полыни белоземельной с эфемерами и эфемероидами (*Tulipa buhseana*, *T. borszczovii*, *Scorzonera pusilla*, *Poa bulbosa*), саксаульниками и сарсазанниками. Вблизи скважин формируется луговая растительность (*Phragmites australis*, *Saussurea salsa*, *Atriplex littoralis*). На осушенном дне моря распространены итсигеково-поташниковые, селитрянково-итсигековые и климакоптерово-саксауловые (*Anabasis aphylla*, *Kalidium caspicum*, *Nitraria schoberi*, *Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera aralensis*, *C. ferganica*) сообщества. Приморские почвы с навеванным песчаным чехлом активно зарастают саксаулом, субдоминантами в сообществах выступают *Halocnemum strobilaceum*, *C. aralensis*, *Salsola nitraria*, *Kalidium caspicum*, *Halostachys belangeriana*. На бугристых песках отмечены лебедовые, верблюдково-лебедовые, эremosпартонные и селиновые сообщества (*Atriplex pratovii*, *Coryspermum aralocaspicum*, *Eremosparton aphyllum*, *Stipagrostis pennata*). Фитогенные бугры образуют тамарикс (*Tamarix elongata*, *T. laxa*) и селитрянка.

Высокая значимость ботанического разнообразия в дельте реки Сырдарьи была установлена при проведении комплексного мониторинга биоразнообразия водно-болотных угодий (Мониторинг... 2014). Наибольшей концентрацией видового богатства и представленностью редких видов растений характеризуется формирующаяся после строительства Кокаральской дамбы авандельта и озеро Раимколь. Эти два участка предложены в качестве первой ключевой ботанической территории в Аральском регионе (Димеева и др. 2014). Оценка уникальности флоры и растительности проводилась по критериям Planta Europa. Растительные сообщества относятся к 17 типам местообитаний и 5 типам растительности: пустынному, луговому, тугайному, болотному, водному. Среди редких видов разного статуса отмечены: *Nymphoides peltatum* (глобально угрожаемый вид), *Salvinia natans*, *Typha minima* (угрожаемые виды Европы), *Scirpus kasachstanicus*, *Atriplex pratovii* (национальные субэндемики), *Atriplex pungens*, *Petrosimonia hirsutissima*, *Calligonum cispatum*, *Haloxylon aphyllum* (виды с сокращающимся ареалом).

Список литературы

Димеева, Л.А., Алимбетова, З.Ж. (2012) Флора и растительность кластерного участка «Авандельта Сырдарьи» заповедника «Барсакельмес». *Материалы научно-практ. конф., посв. 40-летию созд. Мангышлакского эксперим. ботанического сада*. Актау, С. 153-157.

Димеева, Л.А., Султанова, Б.М., Алимбетова, З.Ж. (2014) Дельта Сырдарьи – ключевая ботаническая территория Аральского региона. *Материалы междунар. научно-практ. конференции, посвященной 75-летию Барсакельмесского заповедника*. Аральск, С. 9-17.

Красная книга Казахстана. Растения (2014) Байтулин И.О. (Ред.) Астана: ArtPrint, Ч. 1, Т. 2, 452 с.

Мониторинг Рамсарских угодий дельты Сырдарьи (2014) Оспанов М.О., Стамкулова К.Ж. (Ред.) Алматы: МФСА, 104 с.

Редкие и исчезающие виды растений Кызылординской области (Красная книга) (2014) Ситпаева Г.Т. (Ред.) Алматы: Luxe Media Group, 101 с.

Тяжелые металлы в лесных экосистемах центра Русской равнины

Железнова О.С., Тобратов С.А.

Zheleznova_rzn@mail.ru

г. Рязань, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Анализу влияния антропогенного загрязнения на состояние растительности лесов посвящено много работ, однако роль самой растительности в регулировании потоков загрязняющих веществ в лесных экосистемах изучена в существенно меньшей степени. Согласно методологии критических нагрузок, древесная растительность является важнейшим источником естественной буферности экосистем к потенциальному загрязнению, обеспечивая долговременное изъятие поллютантов из миграции за счет их иммобилизации в тканях ствола и вероятное последующее их отчуждение при рубках (Manual on methodologies and criteria ..., 2004). Целью проведенного исследования являлся анализ факторов, определяющих регулирующую роль растительности лесных экосистем по отношению к потокам тяжелых металлов (ТМ) (на примере Cu, Zn, Cd).

Территория исследования расположена на юго-западе Мещерской низины в центре Русской равнины, в зоне хвойно-широколиственных лесов (Солотчинский лесхоз Рязанской области РФ, общая площадь 389,6 км²). Преобладающими древесными породами являются сосна (*Pinus sylvestris*) и береза (*Betula pendula*, *Betula pubescens*). Результаты работы основываются на материалах почвенного и биогеохимического опробования 2013-2014 гг., анализе таксационных данных, балансовых исследованиях.

Согласно полученным результатам, к факторам, влияющим на иммобилизацию ТМ в приросте тканей ствола, относятся: закономерности транслокации и аккумуляции элементов в растительных органах; видовой состав растительности и геохимическая специализация видов; уровень биологической продуктивности древостоя; структура земель лесного фонда, в том числе доля антропогенно нарушенных земель.

Показано, что накопление Cd в стволовой древесине (36,6% от общего количества его запасов в растительности экосистем) может быть связано с его транспортом в ксилемном соке преимущественно в свободной ионной форме Cd²⁺ (Conn & Gilliam 2010; Nazama *et al.* 2015), вследствие чего данный ТМ притягивается отрицательными зарядами полигалактуроновых кислот клеточных стенок ксилемы. Накопление в древесине Cu (39,7% от общего количества ее запасов в растительности экосистем) обусловлено акцепторной ролью древесины, лигнификация клеток которой невозможна без ряда Cu-содержащих ферментов (Marschner 2012).

Установлено, что пространственные закономерности аккумуляции ТМ в фитомассе лесных экосистем существенно зависят от породного состава древостоя. Максимумы накопления Cu приурочены к участкам с преобладанием ариданитных видов – сосны (*Pinus sylvestris*) и дуба (*Quercus robur*), а Zn и Cd – к участкам с преобладанием гумидокатных пород – березы (*Betula pendula*, *Betula pubescens*) и осины (*Populus tremula*).

Еще один фактор – уровень биопродуктивности древостоев – положительно коррелирует с иммобилизацией ТМ в тканях ствола. Пространственные неоднородности продуктивности древостоев в существенной мере определяются особенностями ландшафтной структуры территории – спецификой погребенных морфоструктур и рельефа дневной поверхности (Железнова и Тобратов, 2017). Минимальные приросты древостоев (50-60% от зонального среднего) приурочены к доплейстоценовым эрозионным врезам с неразвитой дренажной сетью и заболачиванием, максимальные (до 1,5 раз выше зонального среднего) – к вершине погребенного доверхнеюрского известнякового останца. Из-за высокой плотности известняка (в 1,20-1,33 раза выше, чем у иных пород на территории), его локальные выступы – даже несмотря на их древность и значительную глубину залегания –

формируют положительные гравитационные аномалии, стимулирующие водообмен и снижающие эффект переувлажнения – характерного для Южной Мещеры лимитирующего прирост фактора.

В структуре земель лесного фонда особое значение с точки зрения биогеохимической устойчивости экосистем имеют территории, не покрытые лесом, где долговременная иммобилизация ТМ в приросте отсутствует. Свыше 82% площадей безлесных территорий района исследований обусловлено антропогенным фактором. В целом заболачивание и сведение лесов способствуют снижению иммобилизационного потенциала лесных экосистем территории исследования на 19,0% от теоретически возможного максимума.

Результаты балансовых исследований свидетельствуют, что в фитомассе подтаежных экосистем в среднем может быть иммобилизовано 39-46% атмосферных выпадений биофильных элементов – Cu и Zn – и менее 10% атмосферной поставки токсичного Cd. При этом Zn в Южной Мещере является слабodefицитным элементом (преимущественно за счет активного водного выноса), а Cu и особенно Cd – избыточными. Однако топологическая (внутриландшафтная) дифференциация территории исследования приводит к заметным колебаниям миграционных потоков ТМ от места к месту. При этом меняются как емкости биокруговоротов ТМ (в 1,6-5,9 раза), так и их плотность потока из атмосферы (в 1,6-2,7 раза). В результате в разных ландшафтных местностях могут складываться различные соотношения входных и выходных потоков миграции ТМ и, как следствие, биогеохимическая устойчивость экосистем района исследований к выпадению поллютантов будет различной.

Список литературы

Железнова, О.С. и Тобратов, С.А. (2017) Опыт ландшафтного анализа пространственных закономерностей продуктивности зональных экосистем Южной Мещеры. *Известия РАН. Серия Географическая* 6: 47–62. <https://doi.org/10.7868/s0373244417060056>

Conn, S. & Gilliam, M. (2010) Comparative physiology of elemental distributions in plants. *Annals of Botany* 105: 1081–1102. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq027>

Hazama, K., Nagata, S., Fujimori, T., Yanagisawa, S., Yoeneyama, T. (2015) Concentrations of metals and potential metal-binding compounds and speciation of Cd, Zn and Cu in phloem and xylem saps from castor bean plants (*Ricinus communis*) treated with four levels of cadmium. *Physiologia Plantarum* 154: 243–255. <https://doi.org/10.1111/ppl.12309>

Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (2004) URL: <http://www.icpmapping.org/> (Дата обращения 25.09.2015).

Marschner P., editor (2012) *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd ed. School of Agriculture, Food and Wine, the University of Adelaide, Adelaide, 672 pp.

Использование данных ботанических порталов для охраны природы на примере Крыма

Каширина Е.С.

e_katerina.05@mail.ru

г. Севастополь, Филиал Московского государственного университета имени М.В.

Ломоносова

Крымский полуостров является признанным центром биоразнообразия. Из 2536 видов сосудистых растений полуострова 297 занесены в региональную Красную книгу, что составляет 11,7% флоры (Ена 2012, Красная книга 2015). Особое место среди охраняемых видов принадлежит редким древесным растениям, образующим сообщества и формирующим среду обитания для других звеньев экосистемы. К таким деревьям относятся можжевельник высокий (*Juniperus excelsa* Bieb.), сосна крымская (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) и пицундская (*Pinus pityusa* Steven), тис ягодный (*Taxus baccata*), земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne* L.), фисташка туполистная (*Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey). Несмотря на ценность перечисленных видов, данные об их распространении на полуострове носят фрагментарный характер, границы и ареалов определены неточно, географическая привязка многих находок приводится общим описанием местообитания без географических координат. В сложившейся ситуации важным источником информации о распространении растений, в том числе редких, становятся биологические и узкоспециализированные ботанические Интернет-порталы.

В работе в области охраны природы Крымского полуострова автором используются Глобальная база данных по объектам биоразнообразия (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) и платформа INaturalist (Глобальная..., Платформа...).

Данные GBIF и INaturalist использовались при обосновании особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Лименская долина» в районе Симеиза. На территории ООПТ Лименская долина представлены хвойные и широколиственные леса субсредиземноморского и центрально-европейского типа. Главными лесообразующими породами являются можжевельник высокий, фисташка туполистная, дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.), сосна крымская. Также для южного макросклона типичными представителями растительного мира являются земляничник мелкоплодный, иглица понтийская, иглица подъязычная, жасмин кустарниковый, виды боярышника. Полевые работы для научного обоснования ООПТ проводились в октябре-ноябре, что не позволяет отразить все биоразнообразие участка. В такой ситуации по данным портала GBIF было определено, что природная флора Лименской долины составляет не менее 96 видов.

В основе природного комплекса Лименской долины – сохранившиеся рощи можжевельника высокого. В региональном аспекте в РФ вид относится к сокращающимся в численности и находящимся под угрозой исчезновения. Это средиземноморский вид, находящийся в Крыму на северной границе своего ареала. С использованием данных GBIF и INaturalist были уточнены границы ареала можжевельника высокого в мире и на Крымском полуострове. Так, северная граница ареала вида проходит по побережью Крыма, кавказскому побережью Черного моря, отмечены находки в Дагестане, в Киргизии в районе Западного Тянь-Шаня. На Крымском полуострове на платформе INaturalist отмечено 12 участков можжевельника высокого исследовательского уровня от Чернореченского каньона на западе до Судака на востоке.

Другой редкий вид - земляничник мелкоплодный – древесное растение, занесенное в региональные Красные книги Республики Крым и г. Севастополя и образующее сообщества на Южном берегу полуострова. Это единственное аборигенное вечнозеленое лиственное дерево Крыма. Сообщества с участием земляничника мелкоплодного также находятся на северной границе ареала, что создает дополнительные угрозы для его сохранения. Ареал

вида, уточненный по данным GBIF, простирается от Хорватии, максимальное распространение имеет на юге Балканского полуострова и полуострова Малая Азия, в Израиле. Восточная граница ареала проходит по горам Загрос. На Крымском полуострове на платформе INaturalist отмечено всего лишь 4 участка земляничника мелкоплодного: урочище Батилиман, скалы над Форосом, гора Кошка и поселок Ореанда.

Таким образом, современные ботанические Интернет-порталы успешно используются в качестве источников информации при проведении природоохранных исследований на территории Крымского полуострова.

Список литературы

Глобальная база данных по объектам биоразнообразия (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) Режим доступа: <https://www.gbif.org> (дата обращения: 15.02.2019)

Ена, А.В. (2012) *Природная флора Крымского полуострова*. Симферополь, Н. Оріанда, 232 с.

Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы (2015) Отв. ред. Ена, А.В., Фатерыга, А.В. Симферополь, ООО «ИТ «АРИАЛ». 480 с.

Платформа INaturalist Режим доступа: www.inaturalist.org (дата обращения: 15.02.2019)

О перспективах сохранения на территории Полистовского заповедника некоторых видов растений, занесенных в Красную книгу Псковской области

Королькова Е.О.

korol-k@mail.ru

г. Москва, МПГУ

Государственный природный заповедник «Полистовский» был образован 25 мая 1994 года с целью сохранения западной части Полистово-Ловатской болотной системы. Однако часть территории заповедника, а также охранная зона (площадью 17 297 га) включают в себя лесные и луговые растительные сообщества.

В рамках повторной инвентаризации флоры сосудистых растений заповедника (с 2012 года по настоящее время) мной были обследованы ценные участки, выявленные при первом флористическом описании территории заповедника (Решетникова, Королькова, Новикова 2006). Как оказалось, за время прошедшее с начала первой инвентаризации, а именно – с 2003—2004 гг., большинство лугов неузнаваемо изменились. Так, например, в ур. Луги, где в 2005 году был зафиксирован *Linum catharticum* L., к 2017 году образовался суходольный купырниковый луг (Пояснительная записка... 2015). Для произрастающих на территории Полистовского заповедника охраняемых видов можно выделить следующие тенденции.

Dactylorhiza baltica (Klinge) Orlova, занесен в Красную книгу Псковской области с 3-ей категорией редкости (2014), исчезает почти на всех участках, где он отмечался в 2003—2006 годах. Возможно, это связано с его экологией: по мнению П.Г. Ефимова (2011) этот вид обитает на влажных лугах и по обочинам дорог, в зарастающих канавах и карьерах, и демонстрирует устойчивые тенденции к росту численности и расширению ареала. Мониторинг популяции этого вида, проводимый сотрудниками заповедника, показывает ежегодное снижение числа экземпляров.

Equisetum variegatum Schleich. ex Web. et Mohr. В 2013—2016 гг. нам не удалось обнаружить его в месте первоначального сбора в урочище Оболонье. Начиная с 2013 года он наблюдается на краю дороги в охранной зоне у д. Язвы Гоголевские, но в 2016 число особей и в этом месте значительно сократилось. Все это подтверждает наше мнение о том, что это также вид нарушенных местообитаний (в частности, зарастающих карьеров), при изменении условий быстро выпадающий из фитоценоза (Kostina *et al.*, 2014).

Gladiolus imbricatus L. включен в Красную книгу Псковской области со статусом категории редкости 3 (редкий вид), произрастает на лугах в охранной зоне. В тех местах, где он был массовым видом в начале 2000-х годов, например, в ур. Огорыши, сейчас находится в единичных экземплярах. С другой стороны, в ходе мониторинга экотропы «Путь моховиков» было отмечено, что частое выкашивание нитки маршрута приводит к измельчанию цветущих особей шпажника, а затем их последующему выпадению. По результатам исследований, проводимых в Эстонии (Marika Kose, устн. сообщ.) оптимальным для сохранения популяции шпажника оказывается сенокосение, проводимое раз в два года.

Также резко сокращают свою численность или же вообще исчезают произрастающие на лугах охраняемые виды папоротников: *Ophioglossum vulgatum* L. и *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr. (оба вида имеют 3-й статус категории редкости — редкий вид).

Таким образом, для поддержания на территории Полистовского заповедника мест произрастания этих охраняемых видов, мы считаем необходимым проведение режимных мероприятий, нацеленных на сохранение лугов в охранной зоне, в том числе — режимного сенокосения.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБУ «ГПЗ «Полистовский»

Список литературы

Ефимов, П.Г. (2011) *Орхидные северо-запада европейской России*. Москва, Товарищество научных изданий КМК, 211 с.

Красная книга Псковской области (2014), 544 с.

Решетникова, Н.М., Королькова, Е.О., Новикова, Т.А. (2006) *Сосудистые растения заповедника «Полистовский»*. (Аннотированный список видов) / Под редакцией В.С. Новикова. Москва, Изд. Комиссия РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН, 97 с.

Пояснительная записка о результатах работ с анализом динамики лесов и других изменений в сравнении с данными предыдущего лесоустройства и проектируемыми объёмами мероприятий лесничества «Государственный природный заповедник «Полистовский» Псковской области Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации по Государственному контракту № 0357100008614000002-0044884-02 от 29.08.2014 г. Санкт-Петербург, 2015, 199 с.

Kostina, M.V., Korolkova, Ye.O., Kulak, M.V. (2014) Variegated scouring rush, *Equisetum variegatum* Schleich. ex F.Weber & D.Mohr, (Equisetaceae): biology, ecology, and conservation. *Skvortsovia* Vol.1(4): 264–265.

Динамика *Goodyera repens* L. в разных типах леса Московского региона

Полякова Г.А., Меланхолин П.Н.

park-galina@mail.ru

с. Успенское, Одинцовский р-он, Московская обл., Институт лесоведения РАН

Goodyera repens в Подмоскowie неплохо изучена. Обычно предпочитает тенистые хвойные и смешанные леса (Вахрамеева и Денисова, 1975). На ООПТ Лохин остров *G. repens* отмечалась в сосняках разнотравно-черничных с развитым моховым покровом. Почвы слабо дерновые, слабо подзолистые мелко песчаные (Леса..., 1982). Нами это растение наблюдается с 2008 г. После засухи 2010 г. гудайера неплохо сохранилась, но несколько последующих лет, по-видимому, не цвела. Постоянные площадки наблюдений были заложены в 2012 г. в местах массовых скоплений *G. repens*. Эта орхидея чаще всего встречается в сосняках, возраст которых от 50 лет и старше. Единичными экземплярами это растение может появляться под пологом молодых сосняков в то время, когда под его кронами уже сформировался почти сплошной покров из зеленых мхов (Полякова и др., 2018).

На постоянных пробных площадках сомкнутость яруса древостоя от 0.5 до 0.7. Ярус подлеска и подроста обычно не густой 0.2-0.4. В составе яруса - рябина, черёмуха, крушина, ирга, малина, жимолость, изредка, особенно в прогалинах древесного полога, встречаются сосна, клен, береза, ель, дуб. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова чаще всего составляет 30-50%, местами, особенно на прогалинах древостоя, может составить 50-70%. Проективное покрытие мохового покрова большей частью составляет от 70 до 100 %. Под густым пологом подлеска и подроста лиственных пород проективное покрытие мхов снижается до 30%. Почти на всех площадках доминирует *Pleurozium shreberi*, местами к нему, в разной степени, примешивается *Dicranum scoparium*, еще реже - *Hylocomium splendens* и *Polytrichum commune*.

На большинстве постоянных площадок наблюдается незначительное колебание численности побегов этой орхидеи. В сосняке чернично-зеленомошном общая сомкнутость древесного яруса 0.7. В негустом травяно-кустарничковом покрове доминирует *Vaccinium myrtillus*, более или менее обильны *Hieracium umbellatum*, *Melampyrum pratense*, в густом моховом покрове преобладает *P. shreberi*. Небольшая группа *G. repens* за 7 лет наблюдений остается стабильной, в ней фиксируется от 6 до 8 вегетативных побега и 1 генеративный.

Одна из площадок для наблюдений за динамикой численности *G. repens* была заложена в 80-летнем сосняке, сомкнутостью 0.6, в негустом ярусе подроста преобладают сосна, береза и рябина. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова 30%, в 2014 г. здесь доминировали *Lerchenfeldia flexuosa* и *G. repens*. В густом моховом покрове преобладали *P. schreberi* и *D. scoparium*. Численность гудайеры на площадке 1 м² в 2014 г. составляла 138 вегетативных побегов, в том числе 8 виргинильных и 70 имматурных. В 2015 г. зафиксировано лишь 6 ювенильных побегов, к 2018 г. их количество возросло до 12.

В таком же по составу древесных ярусов сосняке в 2015 г. была заложена еще одна площадка для наблюдений. В травяном покрове доминировали *Oxalis acetosella* и *L. flexuosa*. Проективное покрытие мхов - 70%, преобладал *P. schreberi*. На площади 0.7 м² численность орхидеи первоначально составляла 40 вегетативных побегов, к 2018 г. постепенно возросла до 274, из которых 32 побега – генеративных. Доминирование в травяно-кустарничковом покрове перешло к *G. repens*. Обилие всех других растений травяно-кустарничкового покрова резко снизилось, часть из них полностью исчезла (*V. myrtillus*, *Vaccinium vitis idaeus*).

На территории города Москвы *G. repens* обильна на небольшом участке (5000 м²) разновозрастного сосняка в Хорошевском лесопарке. Участок заметно нарушен рекреацией (III стадия нарушенности). Сомкнутость первого яруса древостоя около 0.5, под ним редкий второй ярус из молодой сосны и березы. Сомкнутость подроста и подлеска - 0.7, в его

составе рябина, ирга, лещина, клен, местами единичные сосны. В травяно-кустарничковом покрове (проективное покрытие 20-40%) преобладают *V. vitis-idaea*, *Moehringia trinervia*, *V. myrtillus*, местами *O. acetosella*, *Convallaria majalis*, *Luzula pilosa*. Проективное покрытие мохового покрова от 10 до 40%, преобладают *P. schreberi*, *Dicranum polysetum*, местами *H. splendens*. *G. repens* на этом участке растет обычно пятнами разных размеров. В 2013 г. максимальная численность побегов орхидеи на площадке учета 1 м² составляла 287 экз., их них 20 генеративных, к 2016 г. она снизилась до 11 экз., но затем началось ее постепенное восстановление. На другом из таких пятен (площадь 1.3 м²) численность побегов с 273 экз. в 2015 г., к 2018 возросла до 323, в том числе генеративных – 74. Причем динамика численности побегов орхидеи на отдельных участках идет не синхронно, на других площадках учета за этот же период времени численность орхидеи резко уменьшалась.

В лесах Зенигородской биостанции МГУ *G. repens* чаще всего встречается в лесах с преобладанием сосны и тем или иным участием ели, реже в чистых ельниках. Почвы большей частью дерново-сильно подзолистые. Максимальное обилие *G. repens* было отмечено в спелых сосняках с примесью ели и негустым ярусом подроста и подлеска. В относительно густом травяно-кустарничковом покрове (покрытие 60%) доминирует *V. myrtillus*, обильна *O. acetosella*. В густом моховом покрове (покрытие 70%) преобладает *H. splendens*. На площадке 2 м² зафиксировано 480 побегов, из которых 53 виргинильных, генеративных не обнаружено.

В елово-сосновых и еловых приспевающих и спелых насаждениях местами отмечены группы *G. repens* разные по площади и плотности. Спутниками орхидеи обычно являются *O. acetosella*, *V. myrtillus*, значительно реже *Calamagrostis arundinacea* и *Carex digitata*. Проективное покрытие мохового покрова колеблется от 20 до 80%, чаще всего составляет 70-80 %. Доминирующим видом обычно является *P. schreberi*, реже *H. splendens*. На постоянной площадке наблюдений в спелом сосняке со вторым ярусом из ели сомкнутость древостоя 0.7, довольно густой подрост ели с примесью березы. Ярус подлеска негустой (рябина, крушина). Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова первоначально составляло 40%, к 2018 г. увеличилось до 80%. Доминировали *V. myrtillus*, *O. acetosella*, *Carex digitata*, к 2018 г. обилие *V. myrtillus*, *O. acetosella* значительно увеличилось. Моховой покров первоначально очень густой (70%) состоял преимущественно из *H. splendens*, к 2018 г., значительно разрежился (покрытие 40%). На постоянной площадке 0.5 м² в 2011 г. было зафиксировано 150 вегетативных побегов. К 2018 г. осталось всего 2 вегетативных побега.

В 2017 г. в сосняке с редким вторым ярусом из ели, в негустом травяно-кустарничковом покрове доминировала *V. myrtillus*, в густом моховом покрове преобладал *P. schreberi*. Местам очень небольшими по площади пятнами встречается *G. repens*. Численность орхидеи в таком пятне, площадью 10x10 см, составляет 37 экземпляров, из которых к имматурным можно отнести только 22, остальные очень мелкие.

Для *G. repens*, по-видимому, наиболее подходят условия сосняков зеленомошников на супесчаных почвах, где она достигает наибольшей плотности популяций. Эта орхидея на каждой конкретной точке редко произрастает долгое время.

Список литературы

Вахрамеева, М.Г., Денисова, Л.В. (1975) Гудайера ползучая. *Биологическая флора Московской области* 2: 5–10.

Леса Западного Подмосковья (1982) Москва, Наука, 236 с.

Полякова, Г.А., Меланхолин, П.Н., Швецов, А.Н. (2018) Состояние популяций некоторых видов семейства Orchidaceae в Подмосковье. *Бюллетень Главного ботанического сада РАН* 2(204): 29–34.

Окрестности Атарганской косы как ключевая ботаническая территория на северо-востоке Азии

Хорева М.Г.

mkhoreva@ibpn.ru

г. Магадан, ИБПС ДВО РАН

В районе Атарганской косы и расположенного рядом мыса Харбиз находится мощный рефугиум реликтовых и эндемичных видов североохотской флоры (Хохряков, 1976, 1989). Для нескольких видов это единственное местонахождение в Магаданской области и самая северо-восточная точка ареала, отсюда известна одна из самых крупных на Охотском побережье популяция караганы гривастой (*Caragana jubata*).

Здесь виды континентального склада (*Orostachys spinosa*, *Phlojodicarpus villosus*, *Dracocephalum palmatum*, *Artemisia tanacetifolia*, *Astragalus tugarinovii* и др.) непосредственно соседствуют с океаническими (*Stellaria ruscifolia*, *Lychnis ajanensis*, *Atragene ochotensis*, *Potentilla fragiformis*, *Astrocodon expansus* и др.). Нередкие в верховьях Колымы *Zigadenus sibiricus* и *Corydalis sibirica* в Приохотье известны только с Атаргана. Присутствуют также некоторые арктоальпийцы, местонахождения которых на Охотском побережье единичны (*Koeleria asiatica*, *Minuartia obtusiloba* и др.). Встречаются почти все локальные магаданские эндемики: *Elymus boreoochotensis*, *Corydalis magadanica*, *Saxifraga derbekii*, *Potentilla rupifraga*, *Astragalus boreomarinus*, *Astragalus vallicoides*, *Bupleurum atargense*, *Primula mazurenkoae*, два последних описаны с Атаргана и м. Харбиз. На водораздельном хребте встречается вид из Красной книги РФ (2008), охотско-колымско-джугджурский гольцовый вид – *Magadania olaënsis*, описанный с верховьев р. Ола (120 км от побережья).

Вероятно, концентрации и сохранению реликтов и эндемиков разного возраста и происхождения способствует состав горных пород: это нижнемеловые вулканические породы среднего и смешанного состава, преимущественно туфы липаритов, дацитов, андезитов и базальтов, местами проявляющиеся на береговом клифе живописными полосчатыми скалами.

Природоохранный статус территории недостаточный. С 1983 г. на площади 30 га существует геологический памятник природы регионального значения «Атарганский». В кадастровом деле 2018 г. (ботаническое обследование и привязку к местности проводила О.А. Мочалова) фактическая площадь с учетом ботанических объектов указана в 40 га, а рекомендуемая – 158 га. Предложено придать памятнику природы характер комплексного. Границы проведены в районе мыса Кир, который расположен между Атарганской косой и м. Харбиз, дан список 135 видов сосудистых растений (в рекомендуемых границах – 149 видов): https://ohotnadzor.49gov.ru/common/upload/15/editor/file/kadastr_Atarganskiy_1.pdf.

Хотя значение участка побережья в районе Атарганской косы и м. Харбиз как ключевой ботанической территории не вызывает сомнений, и он упомянут неоднократно в региональных флористических сводках (Хохряков, 1985; Беркутенко и др., 2010) опубликованного списка флоры этого уникального места пока нет.

Полагаем, что окрестности Атарганской косы как ботанического объекта должны включать, как минимум, приморские склоны и водораздельный гребень от устья р. Адыкчан (59°35'13.02" с.ш., 151°26'16.22" в.д.) на северо-западе до устья безымянного ручья (59°30'17.98" с.ш., 151°33'56.61" в.д.) на юго-востоке, а также саму Атарганскую косу и острова Ольского лимана (координаты крайней западной точки - 59°33'36.54" с.ш., 151°20'15.63" в.д.). По островам, суммарная площадь которых около 47 га, а флора довольно тривиальна и насчитывает 66 видов сосудистых растений, опубликована статья в связи с воздействием морских колониальных птиц (Хорева и др., 2016).

Примерная площадь в этих границах – 8 км². Реальная площадь существенно больше, поскольку высота приморского хребта составляет от 200 до 400 м н. у. м., максимальная отметка – 490 м, и микрорельеф склонов довольно изрезанный.

Кроме упомянутых опубликованных данных, для составления списка сосудистых растений были привлечены интернет-ресурсы:

1) сайт Цифрового гербария МГУ (поисковые запросы Атарган, Харбис, Харбиз) <https://plant.depo.msu.ru/open/public/search?queryString=%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD&searchBy=any&division=p&x=10&y=10>.

2) сайт Плантиум, Ворошилова М. 2017. Атарган // Плантиум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран 2007–2019. <http://www.plantarium.ru/page/dwellers/point/9519.html>

Предварительный список видов, который мы составили по всем источникам, включая собственные экскурсии в районе Атарганской косы и Ольского лимана 20-22.06.1999 г., 27.06.2013 г., 13.06.2014 г. и 20.06.2015 г., а также работу в гербарии ИБПС ДВО РАН (MAG), составляет 260 видов.

В ближайшее время планируем увеличить территорию обследования с тем, чтобы она захватила не только приморские склоны, но и водосборный бассейн р. Атарган, а также левые притоки р. Адыкчен, приблизившись к площади выявления конкретной флоры.

Список литературы

Беркутенко, А.Н., Лысенко, Д.С., Хорева, М.Г., Мочалова, О.А., Полежаев, А.Н., Андриянова, Е.А., Синельникова, Н.В., Якубов, В.В. (2010) *Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности)* Магадан, ИБПС ДВО РАН, 364 с.

Хохряков, А.П. (1976). Реликтовые элементы флоры Колымского нагорья и прилегающей части Охотии в пределах Магаданской области. *Ботанический журнал* 61(11): 1564–1578.

Хохряков, А.П. (1985) *Флора Магаданской области*. Москва, Наука, 395 с.

Хохряков, А.П. (1989) *Анализ флоры Колымского нагорья*. Москва, Наука, 152 с.

Хорева, М.Г., Зеленская, Л.А., Андриянова, Е.А. (2016) Формирование растительного покрова на островных барах Ольской лагуны (Охотское море) в условиях быстрорастущей численности морских птиц. *Сибирский экологический журнал* 3: 299–312.

Современное состояние ценопопуляций *Ambrosia trifida* L. на территории Кабардино-Балкарской республики (Центральный Кавказ)

Шхагапсоева К.А.¹, Шхагапсоев С.Х.¹, Чадаева В.А.²

balkarochka0787@mail.ru

¹г. Нальчик, Кабардино-Балкарского госуниверситета им. Х.М. Бербекова

²Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН

Ambrosia trifida L. (амброзия трехраздельная) – однолетнее растение семейства Asteraceae Dumort. Естественный ареал вида – Северная Америка (Мексика) (Никитин, 1983). На территории СССР амброзия трехраздельная впервые была собрана в г. Сухуми в 1924 г., а к середине 70-х гг. XX в. очаги обнаружены во многих регионах страны (Никитин, 1983). В настоящее время вид имеет тенденцию к расселению на Кавказе. С 80-х гг. *A. trifida* встречается по сорным местам г. Владикавказа (Москаленко, 2001). В 2008 г. очаг вида выявлен в окр. г. Пятигорск (Демушкина, 2009). *A. trifida* произрастает в посевах сельскохозяйственных лесостепной зоны Чеченской Республики (Макаева и Оказова, 2016), широко распространена в урбанофлоре г. Майкоп (Толстикова и др., 2015).

Цель исследования – оценить современное состояние ценопопуляций *A. trifida* в условиях Кабардино-Балкарской Республики (КБР), выявить наиболее благоприятные условия для произрастания вида и факторы, ограничивающие его распространение. Состояние ценопопуляций (ЦП) оценивали по организменным и популяционным параметрам: плотность и численность особей, средняя высота побега, число женских соцветий на побеге, внутривидовая ($CV_{\text{ср}}$, %) и межвидовая ($CV_{\text{х-ср}}$, %) изменчивость этих параметров. Также дана оценка общего проективного покрытия травостоя (ОПП, %) и проективного покрытия *A. trifida* в каждом фитоценозе.

На территории КБР вид спорадически встречается в равнинной и предгорной зонах (270-890 м над ур. м.), образуя локальные скопления особей в сельской местности. Всего нами найдено пять ЦП, из которых одна (ЦП1) – на обочине грунтовой дороги, идущей через лесной массив к юго-востоку от сел. Урух. Единичные растения *A. trifida* и плотные группы до 15 особ./м² (среднее проективное покрытие вида 45%) произрастали в составе рудеральной растительности при средней высоте травостоя 1,5-2,5 м, ОПП 85%. ЦП2,5 (окр. сел. Верхний Лескен, Верхний Курп) изучены в составе рудеральных сообществ в окр. малых животноводческих ферм с низкой степенью задернованности унавоженных почв. *A. trifida* в подобных условиях формирует плотные высокие «заросли» с проективным покрытием 65-75% при ОПП 80%. ЦП3 (окр. сел. Дейское) и ЦП4 (окр. сел. Плановское) приурочены к участкам остепненных лугов, граничащих с посадками кукурузы. В условиях высокой межвидовой конкуренции (ОПП 90-95%) вид встречается как единично, так и группами растений плотностью до 10 особ./м² при среднем проективном покрытии 25-30%.

В условиях КБР для *A. trifida* характерны средние и высокие показатели изменчивости высоты растений и числа женских соцветий на побеге в отдельных ЦП (табл. 1).

Таблица 1

Демографические показатели ценопопуляций и биометрические параметры особей *Ambrosia trifida* в условиях Кабардино-Балкарской Республики

№ ЦП	S ЦП, м ²	N, тыс. особей	M, особ./м ²	Средняя высота растений, см			Среднее число женских соцветий на одну особь, шт.		
				$\bar{x} \pm S\bar{x}$	lim	CV, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	lim	CV, %
1	7000	63,14	9,02	182,28±35,46	95-250	22,46	95,86±24,78	56-143	26,94
2	400	10,54	26,35	240,56±60,68	150-330	27,15	130,68±36,44	72-198	32,12
3	600	4,04	6,74	145,46±28,37	86-180	18,71	76,98±20,15	48-112	24,28
4	200	1,06	5,32	156,42±20,88	118-189	15,06	88,46±23,56	61-120	23,17
5	700	13,81	19,73	276,23±32,83	210-362	13,38	146,22±29,30	95-180	20,02

Уровень внутривидовой изменчивости ($CV_{\text{в}} = 19,35$ и $25,31\%$) этих признаков соответствует среднему (10-20%) и высокому (более 20%). Амплитуда межвидовой изменчивости ($CV_{\text{м}} = 28,08$ и $27,34\%$) характеризуется высокими значениями. Соотношение $CV_{\text{м}} > CV_{\text{в}}$ свидетельствует о значительной вариативности высоты растений и числа женских соцветий на побеге и их зависимости от условий произрастания. Данные признаки целесообразно рассматривать в качестве индикаторов при оценке соответствия условий среды эколого-биологическим требованиям вида.

Оптимальные для произрастания *A. trifida* условия складываются в пределах рудеральных местообитаний в окрестностях фермерских хозяйств (ЦП2,5). При низком уровне межвидовой конкуренции на плодородных почвах плотность особей вида на отдельных участках доходит до 50 побегов на квадратный метр, средние значения этого показателя составляют 19-26 особ./м². При средней высоте растений более 2,5 м высота отдельных особей превышает 3,5 м. Среднее число женских соцветий, в каждом из которых формируется от 5 до 25 семян, составляет 130-146 шт./особь. Сельскохозяйственными животными растения, по-видимому, практически не поедаются.

Межвидовая конкуренция со стороны других рудеральных растений при произрастании на обочинах грунтовых дорог (ЦП1) приводит к некоторому снижению проективного покрытия, плотности особей и их биометрических параметров, но не является фактором, ограничивающим распространение вида. Так, если в 2012 г. площадь произрастания *A. trifida* в окр. сел. Урух составляла около 200 м², то к 2018 г. она увеличилась в 35 раз. Численность особей возросла от нескольких десятков до более 10 тысяч, что также свидетельствует о высоком инвазионном потенциале вида при распространении в составе рудеральных сообществ.

Минимальные значения популяционных и организменных показателей характерны для амброзии трехраздельной при произрастании в составе остепненных лугов на границе с сельскохозяйственными полями. Высота побегов в условиях высокой межвидовой конкуренции колеблется в районе 1,5 м, среднее число женских соцветий не превышает 90 шт./особь. «Избегая» угнетающего воздействия сопутствующих луговых видов растений, *A. trifida* активно внедряется в междурядья посадок кукурузы, засоряя окраины сельскохозяйственных полей.

Таким образом, единственным выявленным естественным экологическим фактором, в той или иной степени ограничивающим распространение амброзии трехраздельной на территории Кабардино-Балкарии является высокий уровень межвидовой конкуренции в луговых сообществах с плотным травяным покровом. Обладая крупным габитусом и значительным репродуктивным потенциалом, *A. trifida* способна конкурировать с другими сорными видами растений в составе рудеральных сообществ, быстро распространяясь на значительные расстояния по обочинам дорог. Оптимальные для произрастания (роста, развития, возобновления) вида условия складываются в окрестностях животноводческих ферм с низким уровнем напряженности конкурентных отношений в фитоценозе и плодородными почвами.

Список литературы

Демушкина, Л. Амброзия трехраздельная – новый источник аллергии в Ставропольском крае. *Ставропольская правда*. 24.07.2009 г.

Москаленко, Г.П. (2001) *Карантинные сорные растения России*. Москва, Росгоскарантин, 278 с.

Макаева, А.З., Оказова, З.П. (2016) Флористический состав сорных растений посевов кукурузы в лесостепной зоне Чеченской Республики. *Современные проблемы науки и образования* 6: 507.

Никитин, В.В. (1983) *Сорные растения флоры СССР*. Москва, Наука, 455 с.

Толстикова, Т.Н. (2015) Представители семейства Asteraceae в урбанофлоре Майкопа. *Мат. II Междунар. научно-практич. конф. «Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг»*. Майкоп, Изд-во АГУ, С. 125–130.

Содержание

Общая экология

Еськов А.К., Прилепский Н.Г. Могут ли быть орхидные эпифиты миксотрофными эпипаразитами?.....	3
Богатырев Л.Г., Смагин А.В., Земсков Ф.И., Бенедиктова А.И., Карпухин М.М., Демин В.В. Место растительности в почвоведении и геохимии ландшафта	5
Макаров М.И. Изотопный состав углерода и азота растений как индикатор условий окружающей среды и особенностей азотного питания	7
Телеснина В.М., Семенюк О.В., Богатырев Л.Г. Взаимосвязь напочвенного покрова и лесных подстилок в еловых биогеоценозах.....	9
Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Геоботанические исследования в экосистемах и ландшафтах.....	11

Биоморфология и функциональные признаки

Андрянова Е.А. Семенная продуктивность <i>Pulsatilla magadanensis</i>	14
Дудова К.В. Функциональное разнообразие альпийских фитоценозов Тебердинского заповедника.....	16
Кораблёв А.П., Железина А.В., Запорожец Н.Л., Некрасов Т.Л., Сазонов Д.А., Щербаков Д.А. Функциональное разнообразие лиственничных лесов в зоне влияния вулканических пеплопадов Ключевской группы вулканов (Камчатка)	18
Марков М.В. Вторично-гоморизные однолетники и фитоценозы, в составе которых они наиболее значимы	20

Ботаническая география и флористика

Вузман-Кошовская Е.И., Кожин М.Н. Флора Лувеньгского архипелага (Кандалакшский залив, Белое море).....	23
Курченко Е.И., Огуреева Г.Н., Шведчикова Н.К. Вклад П.А. Смирнова в систематику злаков и развитие Гербария им. Д.П. Сырейщикова	24
Мочалова О.А., Бобров А.А. Водные сосудистые растения в верховьях р. Малый Анюй (западная Чукотка)	27
Панасенко Н.Н., Харин А.В., Холенко М.С. Фитоценотическая приуроченность инвазионных растений в пойме р. Десны (Брянская область).....	29
Поспелов И.Н., Поспелова Е.Б. К методике полевого изучения локальных флор.....	31
Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Основные результаты многолетних исследований флоры сосудистых растений Таймыра	33
Семенищенков Ю.А. Ботанико-географические особенности пойменных дубрав Верхнего Поднепровья и проблема зональности пойменных лесов	35
Серегин А.П., Ахметжанова А.А., Баландина Т.П., Гамова Н.С., Дудов С.В., Дудова К.В., Шведчикова Н.К. Коллекции Гербария Московского университета.....	37
Серегин А.П. Цифровой гербарий МГУ: таймлайн проекта	40

Лесоведение

Аненхонов О.А. Синтаксономическая дифференциация гемибореальных сибирско- и гмелинолиственничных лесов.....	44
Браславская Т.Ю., Коротаев М.В. К характеристике популяционной биологии ели (<i>Picea</i> sp.) в северной тайге.....	46
Ермолова Л.С. Метод модельных растений при определении фитомассы напочвенного покрова в лесу.....	48
Каплевский А.А., Уланова Н.Г. Динамика травяно-кустарничкового яруса в течение пяти лет после гибели древостоя ели в очаге поражения короедом-типографом	50
Коротков С.А., Захаров В.П. Об увеличении доли широколиственных пород в составе естественного возобновления в лесах северо-востока и востока Московской области.....	52
Садковская А.И., Созинов О.В. Изменчивость видового состава разновозрастных сосняков мшистых.....	54

Семенюк О.В., Телеснина В.М., Богатырев Л. Г., Гончарова О.Ю. Растительность, почвы и подстилки в древесных насаждениях г. Москвы.....	57
Сибгатуллин Р.З., Беляева Н.В. Динамические процессы на первых этапах формирования пирогенных сообществ в Висимском заповеднике.....	59
Уланова Н.Г. Основные тренды динамики биоразнообразия после природных и антропогенных «катастроф» в ельниках европейской части России.....	61
Травяная растительность	
Бородулина В.П., Чередниченко О.В., Комарова А.Ф. Наземновейниковые луга в охранной зоне Полистовского заповедника (Псковская область).....	64
Гаврилова Т.М., Чередниченко О.В. Разнообразие жизненных форм типов травяных сообществ Центрально-Лесного Государственного Заповедника.....	66
Джапова Р.Р., Далтаева Ю.Н., Джапова В.В. Фитоценотическое разнообразие песков на территории заповедника «Черные Земли».....	67
Канцерова Л.В. Ценотическое разнообразие трансформированных гидроморфных биотопов южной Карелии	69
Кононова Н.А., Зоркина Т.М. Динамика проективного покрытия растительности галофитных лугов в условиях Койбальской степи Минусинской котловины.....	71
Маслов М.Н., Копейна Е.И., Маслова О.А. Постпирогенная сукцессия в условиях горной тундры Хибин.....	73
Купреев В.Э. Фитоценотическое разнообразие псаммофитных травяных сообществ с естественным возобновлением сосны в Южном Нечерноземье России	75
Лебедева М.В., Ямалов С.М., Голованов Я.М. Развитие системы классификации петрофитных степей Южного Урала.....	77
Сукристик В.А., Сумина О.И. Кальцефильные травянистые сообщества памятника природы «Истоки реки Оредеж в урочище Донцо» (Ленинградская область).....	79
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Природные кормовые экосистемы России.....	81
Болотоведение	
Волкова Е.М., Розова И.В. Экологические особенности растительности болот Среднерусской возвышенности	84
Ивченко Т.Г. Растительность горных верховых болот Южного Урала.....	86
Леонова Н.Б., Горяинова И.Н. Фиторазнообразие переходных сосновых травяно-сфагновых болот долин малых рек на юге Архангельской области.....	88
Смагин В.А., Антипин В.К., Бойчук М.А. Болота южного склона кряжа Ветреный пояс (республика Карелия, Архангельская обл.)	90
Бриология	
Войтехов М.Я. Флюктуации доминантов мохового покрова на подвергающихся затоплению и обсыханию участках повторно обводнённого, ранее осушенного болота.....	93
Глушкевич А.И., Кушневская Е.В., Шаварда А.Л. Влияние зимовки под снегом на метаболизм <i>Plagiochila asplenoides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.	95
Игнатов М.С., Игнатова Е.А., Иванова Е.И. Флора мхов Якутии – некоторые итоги исследований последних лет.....	97
Колтышева Д.Е., Федосов В.Э. Изменение участия мхов альпийских сообществ при увеличении доступности почвенных ресурсов	99
Миронов В.Л., Шкурко А.В. Использование естественных маркеров в изучении роста сфагновых мхов.....	101
Писаренко О.Ю., Макунина Н.И. <i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb. на юге Сибири: трактовка Maxent.	102
Попова Н.Н. Перспективы сохранения биоразнообразия моховидных в объектах культурно-исторического наследия.....	104
Смирнова Е.В., Кушневская Е.В. Микрогруппировки мохообразных на обнажениях девонских песчаников долины р. Ящера, Ленинградская область.....	106

Палеоэкология

Александровский А.Л., Ершова Е.Г., Кренке Н.А. Палеоэкология голоцена по данным изучения поймы Москвы-реки.....	109
Ершова Е.Г., Кренке Н.А. Археолого-палинологические исследования на ЗБС в 2012-2019 гг.....	111
Мягкая А.В. Растительность и климат московского региона в голоцене по данным болота национального парка «Лосиный остров».....	113
Носова М.Б. Четыре этапа антропогенной трансформации растительности центра и северо-запада европейской части России. Насколько «дикие» леса видели наши предки?	115
Филимонова Л.В., Лаврова Н.Б. Палинологические индикаторы палеоэкологических условий верхневалдайского позднеледникового Карелии.....	117

Картографирование растительности и ДДЗ

Бочарников М.В. Экосистемный подход к оценке ботанического разнообразия Кодаро-Каларского оробиома (Северное Забайкалье)	120
Глазунов Г.П., Евдокимова М.В., Титарев Р.П., Шестакова М.В. Закономерности пространственно-временного варьирования фотосинтетически активной биомассы лесных экосистем по материалам дистанционного зондирования Земли.	122
Глушков И.В., Лупачик В., Прищепов А.В., Потапов П.В., Пукинская М.Ю., Ярошенко А.Ю. Журавлева И.В. Картирование заброшенных земель в восточной Европе с помощью спутниковых снимков Landsat и Google Earth Engine	123
Дудов С.В. Картографирование растительности в свете современных методов и подходов	125
Комарова А.Ф., Зудкин А.Г. Использование данных дистанционного зондирования Земли для исследования экологических параметров растительных сообществ	127
Кудр Е.В., Кожин М.Н. Растительность островов Порьей губы Белого моря	129
Орлов М.А., Шелудков А.В. Оптимизация данных-предикторов моделей пространственного распространения видов (SDM)	131
Санданов Д.В. Подходы к анализу растительного разнообразия Азиатской России	133

Антропогенная трансформация и охрана растительного мира135

Бананова В.А., Харитонов Ч.С., Менкеев В.Э-Г. Антропогенная растительность Российского Прикаспия	136
Варлыгина Т.И., Суслова Е.Г. Изучение и охрана сосудистых растений в Московской области	138
Димеева Л.А., Алимбетова З.Ж. Охрана редких видов и сообществ в заповеднике «Барсакельмес».....	140
Железнова О.С., Тобратов С.А. Тяжелые металлы в лесных экосистемах центра Русской равнины	142
Каширина Е.С. Использование данных ботанических порталов для охраны природы на примере Крыма.....	144
Королькова Е.О. О перспективах сохранения на территории Полистовского заповедника некоторых видов растений, занесенных в Красную книгу Псковской области	146
Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Динамика <i>Goodyera repens</i> L. в разных типах леса Московского региона.....	148
Хорева М.Г. Окрестности Атарганской косы как ключевая ботаническая территория на северо-востоке Азии.....	150
Шагапсоева К.А., Шагапсоев С.Х., Чадаева В.А. Современное состояние ценопопуляций <i>Ambrosia trifida</i> L. на территории Кабардино-Балкарской республики (Центральный Кавказ).....	152