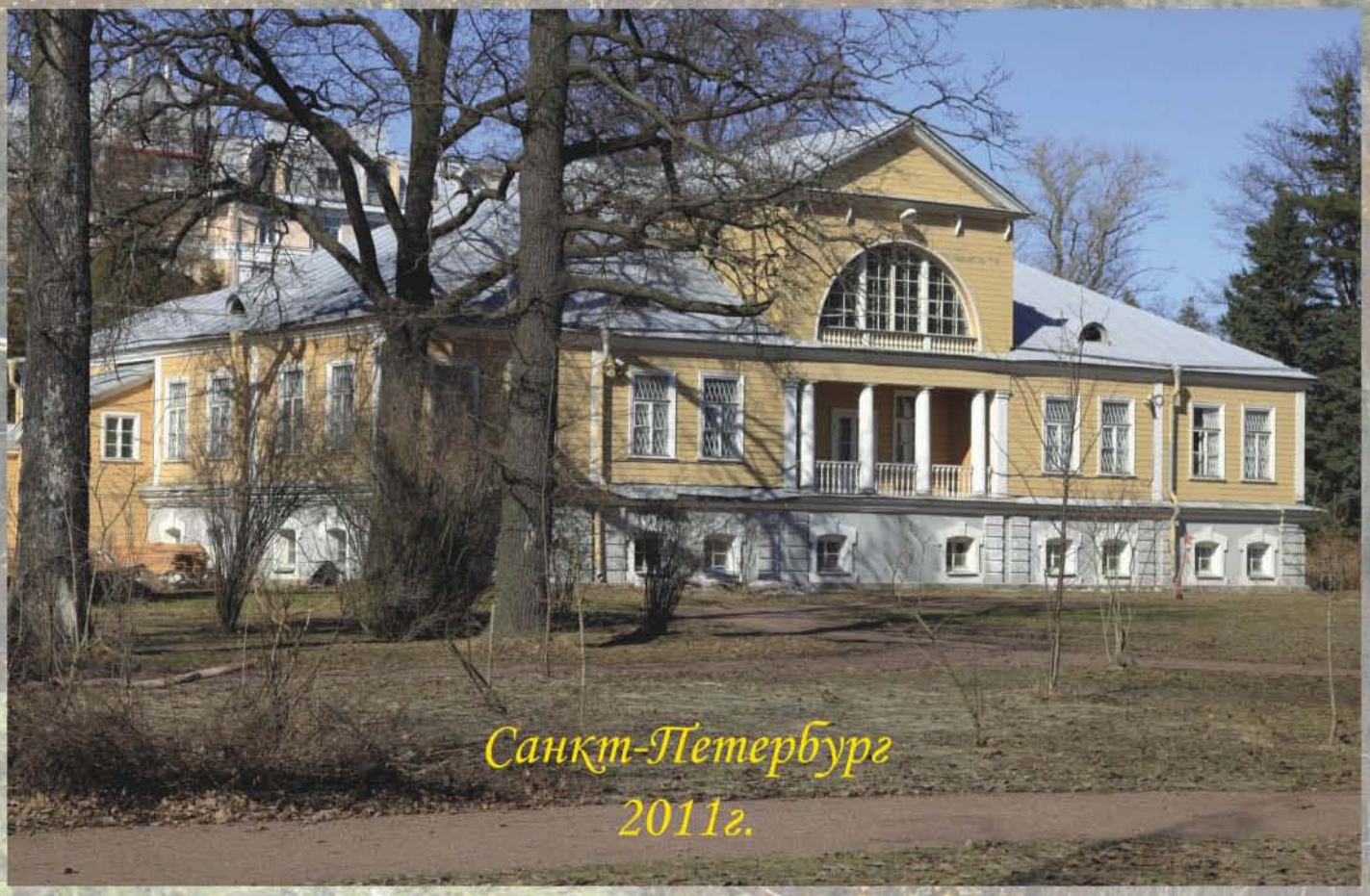
ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОБОТАНИКА:

ОСНОВНЫЕ ВЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

1 том



Санкт-Петербург
2011г.

Учреждение Российской академии наук
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
Русское Ботаническое Общество

Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы

Материалы Всероссийской научной конференции
с международным участием

(Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.)

Том 1

Разнообразие типов растительных сообществ и вопросы их охраны
География и картография растительности
История и перспективы геоботанических исследований

Санкт-Петербург
2011

Посвящается ученым-геоботаникам,
которые внесли значительный вклад
в развитие отечественной науки

ВВЕДЕНИЕ

Учреждение Российской академии наук Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН в 2009–2010 гг. отметил 100-летние юбилеи В. Д. Александровой, Б. А. Тихомирова, А. А. Юнатова, 110-летие А. А. Корчагина, Е. М. Лавренко, 120-летие Б. Н. Городкова и 130-летие В. Н. Сукачева — основоположников ведущих направлений геоботанических исследований в институте и в стране в целом. Конференция «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» проводится в преддверии 300-летнего юбилея Ботанического института и посвящена памяти этих крупнейших ученых, сформировавших Отдел геоботаники института — один из ведущих научных геоботанических центров мирового уровня. Геоботанические и ботанико-географические исследования являлись важными направлениями в институте на всем протяжении его истории.

Приглашение принять участие в конференции нашло широкий отклик у специалистов из разных регионов России и других стран (Монголии, Украины, Беларуси, Латвии, Казахстана, Узбекистана, Армении и др.). Большой интерес к конференции проявили как уже известные ученые, так и начинающие исследователи — аспиранты, магистранты и студенты.

Материалы конференции представлены в 2 томах. Их содержание охватывает все основные направления современных геоботанических исследований. Первый том содержит материалы докладов, посвященных разнообразию типов растительных сообществ, их классификации и вопросам охраны, географии и картографии растительности, а также истории ряда геоботанических школ и перспективам развития эколого-геоботанических исследований на современном этапе. Во второй том включены материалы докладов, касающихся проблем структуры, динамики и экологии растительных сообществ.

В опубликованных докладах отражено современное состояние растительного покрова всех природных зон России и сопредельных государств. Охарактеризованы особенности организации биоценозов разных типов растительности и влияние различных факторов природной среды на их разнообразие, видовой состав, структуру и продуктивность. Представлены результаты исследований динамики растительных сообществ после катастрофических нарушений и в результате долговременных природных изменений. В ряде докладов основное внимание уделено трансформации растительных сообществ под влиянием различных антропогенных воздействий и промышленного загрязнения среды.

Предлагаемый сборник материалов конференции, отражает современное состояние геоботанической науки в нашей стране и намечает направления ее дальнейшего развития. Издание содержит большое количество сведений о растительности различных природных зон страны и представляет несомненный интерес для геоботаников, экологов, географов, ботаников, специалистов в области охраны природы и лесного хозяйства.

Оргкомитет конференции

Фото Горлова С. Е.

УДК 581.52:005.745

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОБОТАНИКА: ОСНОВНЫЕ ВЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ:
Материалы Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.).

ISBN 978-5-93938-044-7

Том 1: Разнообразие типов растительных сообществ и вопросы их охраны. География и картография растительности. История и перспективы геоботанических исследований. Санкт-Петербург, 2011. 462 с.

ISBN 978-5-93938-045-4 (т. 1)

Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы», организованной Ботаническим институтом им. В. Л. Комарова РАН и Русским ботаническим обществом, представлены в двух книгах. Первый том содержит доклады, посвященные разнообразию типов растительных сообществ, их классификации и вопросам охраны, географии и картографии растительности, а также истории ряда геоботанических школ и перспективам развития эколого-геоботанических исследований на современном этапе.

Материалы сборника представляют интерес для геоботаников, экологов, географов, ботаников, специалистов в области охраны природы, лесного хозяйства.

Редакционная коллегия: В.Т. Ярмишко (ответственный редактор), И.Ю. Сумерина, В.Н. Храмцов, Е.А. Волкова, Е.А. Мазная, Н.А. Секретарева.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Отделения биологических наук РАН, Санкт-Петербургского научного центра РАН, Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга

ISBN 978-5-93938-045-4 (т. 1)
ISBN 978-5-93938-044-7

© Коллектив авторов, 2011
© Учреждение Российской академии наук
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
Русское Ботаническое общество

К ОПЫТУ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЯКУТИИ (НА ПРИМЕРЕ КАРТЫ МАСШТАБА 1 : 5 000 000)

Е. В. Аммосова[1], М. М. Черосов[2] , Е. И. Троева[2]

[1] Северо-Восточный федеральный университет
677000, Якутск, ул. Белинского, 58. E-mail: kataammosova@mail.ru

[2] Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
677000, Якутск, пр. Ленина, 41. E-mail: cherosov@mail.ru, etroeva@mail.ru

Ключевые слова: *карта, ГИС технологии, ДДЗЗ, фитоценохоры.*

Нами с 2009 г. проводится работа по уточнению контуров карты растительного покрова Якутии, изданной в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989), которая на данный момент является самой точной мелкомасштабной картой растительности региона. Но эта карта издана более 20 лет назад и должна уже корректироваться с применением ГИС технологий, которые являются в современной картографии растительности основным инструментом организации и хранения имеющихся пространственных данных, создания картографических произведений, а также инструментом по моделированию растительного покрова.

Новые технологии и новые источники по изучаемой территории имеются в достаточном количестве. Несмотря на это, до сих пор никто не обновил эту карту на новых методических и информационных принципах и подходах. Целью работы является уточнение границ геоботанических подразделений и создание карты растительности на территорию Якутии с использованием данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. Работа эта долгосрочная, нами она проведена только на части территории изучаемого региона. Ожидаемым результатом является представление карты растительного покрова Якутии в различных проектах, как российских, так и международных, учитывая, что изучаемый регион представляет собой почти 1/5 часть России. На данный момент завершена работа на территории Северо-Западной Якутии, Верхоянского хребта, гор Южной Якутии. Остальные регионы находятся в процессе изучения.

В результате выполненной работы впервые после 20-летнего перерыва на базе собранных данных, как первичных, так и архивных, обновляется карта растительности Якутии, уточняются границы геоботанических подразделений на территории Якутии с применением геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). По отдельным регионам уже возможен анализ изменения структуры растительного покрова на ранее изданной и обновленной картах. Хотя авторы не ставят задачу кардинально корректировать легенду карты, она немного изменена. При этом тщательно изучаются работы по закономерностям растительного покрова и флор региона (Захарова и др., 2005), проводятся консультации со специалистами в области геоботаники и ГИС технологий.

Нами для работы была использована программа ArcView 3.2. Для создания и уточнения карты нами были использованы ДДЗЗ — космические снимки среднего разрешения Landsat спутника Lansat-3 (разрешение, м — 80×40 м), а также изображения Земли в Интернет программе Google. Данные ДДЗЗ дешифрировались по традиционной методике.

На исходной карте (в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989)) и обновленной авторами карте показаны практически одни и те же подразделения — от арктической растительности до интразональных бореальных болот и растительности речных долин.

Выбранный уровень картируемых единиц на карте — фитоценохоры. Это довольно крупные подразделения, которые отражают именно зональные закономерности растительного покрова. Фрагмент обновленной карты растительности Северо-Западной Якутии представлен на рисунке.

ГИС технологии позволяют достаточно точно определить площади выделенных контуров и подразделений, поэтому нами по мере создания карт крупных регионов, после уточнения границ геоботанических подразделений (а происходит трансформация всех контуров растительности в той или иной мере) проводится уточнение структуры растительного покрова этих регионов на исходной и обновляемой картах Якутии.

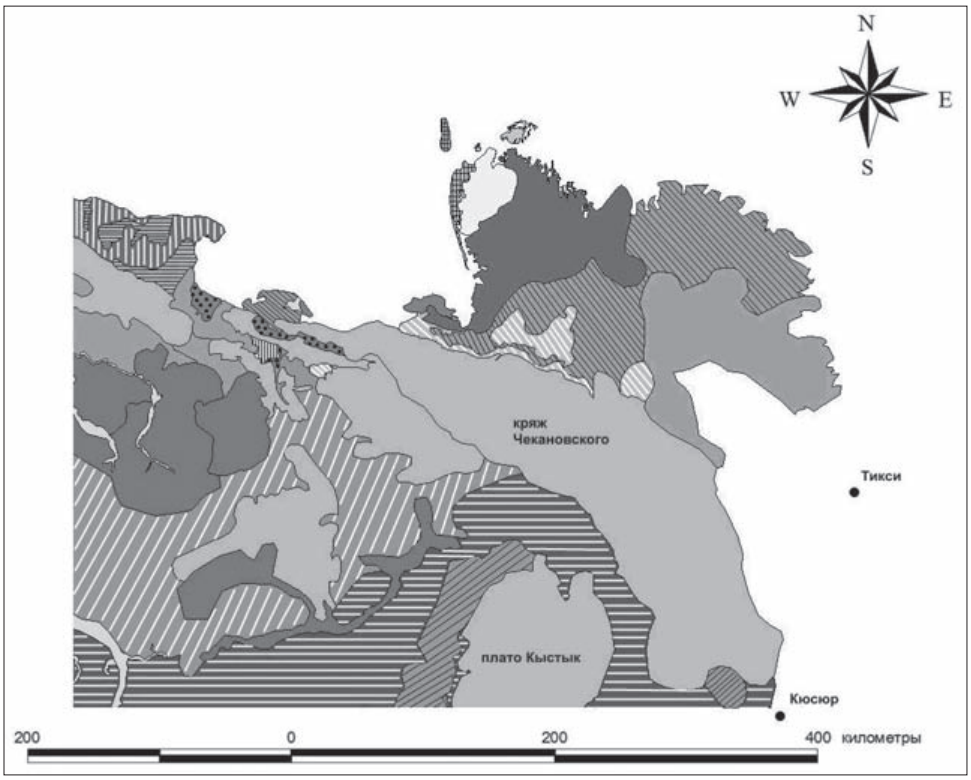


Рис. Фрагмент карты растительности Северо-Западной Якутии.
Легенда соответствует легенде карты растительности в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989).

В таблице представлена структура проводимой работы по Северо-Западной Якутии. Анализ структур растительного покрова позволяет получить достаточно интересные выводы: в обновленной карте предварительно выделен небольшой участок арктических пустынь и полупустынь на побережье Северного Ледовитого океана, который ранее не выделялся. Структура растительного покрова на космическом снимке позволяет определить этот контур как арктическую пустыню и полупустыню. Доля арктических южных тундр незначительно уменьшилась (на 0.06 % площади региона). Довольно существенно увеличилась площадь каменистых пустынь и горных тундр (с 7.6 % до 12.5 %), что объясняется принятым решением по каменистым пустыням на повышенных элементах рельефа Вилюйско-Оленекского междуречья. Мы считаем, что каменистые пустыни и горные тундры встречаются не только в арктической растительности, как это отмечено в исходной карте, но и в бореальной зоне на равнинной территории. Это своеобразный парадокс в условиях тайги на относительно небольших высотах. Мы считаем, что из-за небольшой разницы средних высот между каменистыми пустынями и горными тундрами, расположенными в арктической и бореальный зонах, которая составляет 200–300 м (Атлас…, 1989), влияния геологических условий (расположены на трапповых структурах) и мощных многолетнемерзлых горных пород (мощность их более 1000 м), категория «каменистые пустыни и горные тундры» может быть выделена и на равнинной бореальной территории. В связи с этим корректируется и легенда карты.

Увеличилась доля растительности речных долин и морских побережий с 3.4 % до 4.2 %. Объясняется это тем, что при создании геоботанических контуров использовались актуальные космические снимки Landsat-3 и материалы Google, которых не было в распоряжении авторов исходной карты растительности. Речные долины на космоснимке Landsat-3 видны достаточно хорошо, и поэтому уточнение границ было довольно существенным.

Площадь, занимаемая субарктическими тундрами, по сравнению с исходной картой уменьшилась почти на 1 %. Тундроболота арктические и северные субарктические остались примерно одинаковыми, зато изменились в сторону увеличения в обновленной карте южные субарктические.

В бореальной растительности в обновленной карте отсутствуют среднетаежные леса (выше было объяснено, что мы принимали решения по выбору территории для исследования, опираясь на критерий именно отсутствия среднетаежных сообществ на изучаемой территории). Почти 1 % территории изучаемой территории нами отнесен к подзоне северной тайги, ранее относимой к средней тайге. На космоснимке мы дешифрировали все контура и отслеживали общий рисунок структур контуров, особенно на юге изучаемой территории — на границе северной и средней тайги. Все это позволяет утверждать, что авторы карты растительности (Атлас…, 1989) из-за отсутствия достоверной космической и аэрофотографической информации ошибочно включили в изучаемую территорию среднетаежные лиственничные леса. В исходной карте существенно меньше доля всех подразделений бореальной растительности.

Таблица

Таблица площадей геоботанических подразделений (в %) на сравниваемых картах

Геоботанические подразделения	Доля, %	
	на исходной карте	на обновленной карте
Арктическая растительность		
Арктические пустыни и полупустыни	0	0.106
Арктические тундры южные	0.923	0.857
Каменистые пустыни и горные тундры	7.626	12.575
Растительность речных долин и морских побережий	3.427	4.177
Субарктические тундры северные	2.217	1.777
Субарктические тундры южные	6.579	5.794
Тундровые болота и тундроболотные комплексы арктические и северные субарктические	0.429	0.506
Тундровые болота и тундроболотные комплексы южные субарктические	0.642	2.661
Бореальная растительность		
Бореальные болота	1.435	1.107
Горные леса	12.184	10.101
Притундровые редкостойные лиственничные леса	6.781	6.575
Растительность речных долин	2.429	1.385
Северотаежные редкостойные лиственничные леса	54.342	52.379
Среднетаежные леса лиственничные	0.985	0

Примечание. Курсивом выделены контура и геоботанические подразделения, увеличившие свою долю в обновленной карте. Остальные контура уменьшили свою долю.

Выявленная разница между геоботаническими подразделениями является вполне объяснимой, так как на космоснимках четко дешифрируются и выделяются азональные категории (речные долины, болота, горные участки и др.), выделяемые по рельефу и по высокому содержанию влаги в почве, а также арктическая растительность.

Проводимая нами работа также дополняется подходами, реализуемыми в программе IDRISI, что еще больше повышает надежность выделения контуров картируемых геоботанических подразделений.

Имеющиеся у современных биогеографов и картографов исходные первичные материалы существенно более качественны и масштабны, чем у предшественников. До периода массового использования ГИС технологий и ДДЗЗ авторы карт опирались на аэрофотоснимки, топографические карты, имеющие меньший охват территории и меньшую точность контуров растительного покрова.

Список литературы

Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. 1989. М. 115 с. — *Захарова В. И., Кузнецова Л. В., Иванова Е. И. и др.* 2005. Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск. 320 с.

К ОПЫТУ АНАЛИЗА КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВЕРХОЯНСКОЙ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ) С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

Е. В. Аммосова[1], М. М. Черосов[2], Е. Г. Николин[2]

[1] Северо-Восточный федеральный университет
677000, Якутск, ул. Белинского, 58. E-mail: kataammosova@mail.ru

[2] Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
677000, Якутск, пр. Ленина, 41. E-mail: cherosov@mail.ru, enikolin@yandex.ru

Ключевые слова: *карта, высокогорные пояса, ГИС технологии.*

Верхоянский хребет (далее ВХ) — одно из крупнейших горных образований Северо-Восточной Азии, расположенное в правобережье рек Лена и Алдан. Данная горная система пересекает несколько ботанико-географических зон. Состоянию изученности флоры и растительного покрова ВХ, структуры флоры и растительности, закономерностям их пространственного размещения, а также физико-географическим условиям этой горной системы ранее уже были посвящены работы многих авторов, в том числе и некоторые наши публикации (Николин, 1991, 2009; Ермаков и др., 2009, 2010).

В данном случае нами выносится на обсуждение работа по уточнению карты растительного покрова Якутии м. 1 : 5 000 000, представленной в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989), выполненная с применением ГИС технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Легенда карты нами практически не корректируется, зато в связи с большими возможностями ДДЗЗ уточняется конфигурация контуров, а также подсчитывается площадь по самым различным критериям. Создание карты растительности ВХ, подсчет площадей производилось в программе ArcView 3.2. Для уточнения контуров рас-

тительности использовались космические снимки Landsat 3. При выборе единиц картирования за основу были выбраны категории высокогорных поясов, которые имеются на карте растительности «Атласа сельского хозяйства ЯАССР» (1989). Ниже приведены их названия и краткая характеристика:

1. Высокогорная арктическая растительность.

1.1. Каменистые пустыни и горные тундры:

1.1.1. Эпилитно-лишайниковые каменистые пустыни, представленные покровом из накипных и в меньшей степени — листоватых лишайников семейств *Lecanoraceae, Rhyzocarpacea, Teloschistaceae, Parmeliaceae* и др., петрофитных мхов рода *Andreaea, Racomitrium, Schistidium* и др., с небольшими фрагментами травяных тундр, в которых разреженно произрастают *Artemisia glomerata, Cardamine bellidifolia, Deschampsia brevifolia, Draba alpina, D. glacialis, D. macrocarpa, Festuca auriculata, Poa abbreviata, Potentilla elegans, Saxifraga cespitosa, S. nivalis* и др.

1.1.2. Лишайниковые и кустарничковые горные тундры, представленные различными сочетаниями кустисто-лишайниковых (с преобладанием лишайников родов *Alectoria, Cetraria, Cladina, Cladonia, Dactilina, Sphaerophorus, Thamnolia* и др.), полидоминантно-кустарничковых (*Empetrum nigrum, Ledum palustre* subsp. *decumbens, Salix polaris, Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum, V. vitis-idea* subsp. *minus* и др.), кассиоповых (*Cassiope ericoides, C. tetragona*), дриадовых (*Dryas crenulata, D. punctata*), травяных, в том числе остепненных (*Festuca brachyphylla, Kobresia myosuroides, Selaginella rupestris, Thymus serpyllum* и др.) и заболоченных (*Eriophorum vaginatum, Carex aquatilis* subsp. *stans, Chamaedaphne calyculata, Rhododendron lapponicum* subsp. *parvifolium* и др.) тундр. Нередко, среди тундровых сообществ, встречаются обнажения горных пород, в виде скал и каменных осыпей. Иногда такие обнажения могут занимать до 40 % площади и более. Камни покрыты теми же видами эпилитных лишайников с преимущественным развитием листоватых форм, мхами и разреженно — высшими растениями, среди которых обычны *Aconogonon ochreatum, Dianthus repens, Dracocephalum palmatum, Dryopteris fragrans, Potentilla asperrima, P. crebridens, Saxifraga oppositifolia, Woodsia glabella, W. ilvensis* и др.

1.1.3. Редкокустарниковые влагалищнопушицевые лишайниково-зеленомошные и кустарниковые влагалищнопушицевые зеленомошные деллевые горные тундры. В понижениях деллевых комплексов развивается растительность влажного ряда, с преобладанием зеленых мхов родов *Aulacomnium, Dicranum, Polytrichum* и др., а из высших растений — *Eriophorum vaginatum, Ledum palustre* subsp. *decumbens, Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum,* некоторых представителей рода *Carex* и низкорослых разреженных кустарников — *Betula nana* subsp. *exilis, Salix fuscescens, S. pulchra* и др. На возвышенных грядах, в условиях средней влажности или относительно сухих, развиваются кустистые лишайники, среди которых преобладают представители родов *Cetraria, Cladina u Cladonia*. Из высших растений, кроме тех же видов, заходящих сюда из понижений, могут встречаться *Aconogonon tripterocarpum, Carex bigelowii* subsp. *arctisibirica* или subsp. *ensifolia, Dryas punctata* и др.

2. Высокогорная бореальная растительность:

2.1. Горные леса из *Larix dahurica* subsp. *cajanderi*. Данные выделы включают в себя и лиственничные древостои малой сомкнутости — редколесья и редины. Среди них также могут быть березняки, осинники, заросли кедрового стланика малой площади, ольховники, ерники, травяные и сфагновые болота, фрагменты тундр и обнажения горных пород. Скалы и осыпи, в данных контурах, сопровождаются характерными петрофитными кустарниками, такими как *Ribes fragrans, R. triste, Rubus sachalinensis, Spiraea beauverdiana, S. dahurica* и кустарничками *Rhododendron adamsii, Salix berberifolia* subsp. *fimbriata, S. tschuktschorum* и др.

2.1.1. Лиственничные редколесья влагалищнопушицевые в сочетании со сфагновыми, лишайниковыми лесами и влагалищнопушицевыми тундрами. Представляют сообщества влажного ряда, распространенные в Северном Верхоянье и ограниченно — на севере Западного Верхоянья. Здесь, в разреженных лиственничниках, встречаются низкорослые и малосомкнутые кустарники — *Betula nana* subsp. *exilis, Salix fuscescens, S. myrtilloides, S. pseudopentandra* и др., обильны кустарнички — *Andromeda polifolia, Chamaedaphne calyculata, Ledum palustre* var. *angustum, Rhododendron lapponicum* subsp. *parvifolium, Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum*, господствует *Eriophorum vaginatum*. Выпуклые участки склонов осваиваются кустистыми лишайниками с березкой тощей, а на вогнутых местах развиваются сфагновые редколесья и редины. Здесь на буграх из *Sphagnum lenense, S. fuscum, S. warnstorfii* и др. можно встретить *Andromeda polifolia, Chamaedaphne calyculata, Ledum palustre* subsp. *decumbens, Carex globularis, Pedicularis labradorica P. lapponica* и др. Влагалищнопушицевые тундры распространены локально и сопровождаются высоким обилием кустарничков.

2.1.2. Лиственничные леса и редколесья с березами тощей или Миддендорфа, кедровым стлаником лишайниковые, в сочетании с бруснично-багульниковыми лишайниково-зеленомошными лесами. Это лесные сообщества среднеувлажненного ряда, различной сомкнутости (обычно 0.4 и ниже), преобладающие в Западном Верхоянье, в меньшей степени — в Центральном и Восточном. Характерными спутниками их являются *Pinus pumila, Betula middendorfii, B. nana* subsp. *exilis, Duschekia fruticosa*, обильны кустарнички — *Empetrum nigrum, Ledum palustre* var. *angustum, Rhododendron lapponicum* subsp. *parvifolium, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea*; из травянистых растений рассеянно распространены *Aconogonon tripterocarpum, Claytonia acutifolia, Carex bigelowii* subsp. *rigidioides, Hedysarum hedysaroides* subsp. *arcticum* и др.

2.1.3. Лиственничные леса и редколесья с березой тощей, кедровым стлаником лишайниковые, в сочетании с лиственничными с березкой тощей бруснично-голубично-моховыми и лишайниковыми лесами, влагалищнопушицевыми тундрами. Контур влажного ряда, ограниченно приуроченный к центральной и, в большей степени, восточной областям ВХ. Отличается от предыдущего сочетанием доминирующих видов и фрагментарным участием заболоченных тундр с доминированием *Eriophorum vaginatum* и кустарничков.

2.1.4. Лиственничные леса и редколесья кустарничковые голубичные зеленомошно-лишайниковые, с участками лишайниково-зеленомошных редин и кедровостланиковых зарослей. Ограниченно распространенный контур южной части Восточного Верхоянья. Выделяется сообществами среднеувлажненного и влажного ряда, в которых, среди прочих упомянутых выше растений, характерным спутником является *Rhododendron aureum*.

2.1.5. Лиственничные леса и редколесья голубично-багульниковые зеленомошные в сочетании с лиственничными кустарничковыми лесами. Сообщества среднеувлажненного и влажного ряда, приуроченные к южному макросклону Центрального и Восточного Верхоянья. Характерными спутниками леса являются летне-зеленые кустарники — *Betula middendorfii, Duschekia fruticosa, Salix abscondita, S. taraikensis* и др., кустарнички — *Ledum palustre* var. *angustum, Rhododendron lapponicum* subsp. *parvifolium, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea,* из травянистых растений обычны *Aconogonon tripterocarpum, Hedysarum dasycarpum, H. hedysaroides* subsp. *arcticum, Orthilia secunda* subsp. *obtusata, Pyrola rotundifolia*; в Восточном Верхоянье к ним добавляются *Betula fruticosa, Rhododendron aureum, Corydalis paeoniifolia* и др.

2.1.6. Лиственничные леса и редколесья лишайниковые и зеленомошно-лишайниковые в сочетании с брусничными лесами и ерниками. Ограниченно распространенный контур северного макросклона Восточного Верхоянья, свойственный сообществам среднего и влажного рядов. Имеет преимущественное распространение на склонах северной экспозиции. В типичном виде характеризуется мощным покровом из кустистых лишайников — *Cladina stellaris, C. arbuscula, C. rangiferina*, представителей родов *Cladonia, Certaria* и др., с фрагментами моховых бугров из родов *Sphagnum, Dicranum, Polytrichum*. На фоне мохово-лишайникового покрова разреженно развиваются низкие кустарники — *Betula nana* subsp. *exilis, Salix pulchra*, кустарнички — *Empetrum nigrum, Ledum palustre* subsp. *decumbens* и травянистые растения — *Aconogonon tripterocarpum, Claytonia acutifolia, Carex bigelowii* subsp. *ensifolia* и subsp. *rigidioides, Hedysarum hedysaroides* subsp. *arcticum* и др. Эти леса перемежаются с лиственничниками брусничными и ерниками из *Betula fruticosa*, *B. nana* subsp. *exilis.*

Таблица

Структура площадей карты растительного покрова Верхоянского хребта

Зона	Картируемые подразделения	Северное Верхоянье		Западное Верхоянье		Центральное Верхоянье		Восточное Верхоянье	
		Площадь	%	Площадь	%	Площадь	%	Площадь	%
Арктическая растительность	*Каменистые пустыни и горные тундры:*	23383.0	89.0	66503.3	72.5	27567.2	58.7	32825.1	36.2
	Эпилитно-лишайниковые каменистые пустыни	15379.8	58.6	44462.4	48.5	19396.3	41.3	28362.7	31.3
	Лишайниковые и кустарничковые горные тундры	7733.0	29.4	22040.9	24.0	8170.9	17.4	4462.4	4.9
	Редкокустарниковые влагалищнопушицевые лишайниково-зеленомошные и кустарниковые влагалищнопушицевые зеленомошные деллевые горные тундры	270.2	1.0	–	–	–	–	–	–
Бореальная растительность	*Горные леса:*	2878.6	11.0	10308.5	11.3	8503.4	18.1	41939.5	46.3
	Влагалищнопушицевые в сочетании со сфагновыми. лишайниковыми лесами и влагалищнопушицевыми тундрами	2878.6	11.0	–	–	–	–	–	–
	С березами тощей или Миддендорфа, кедровым стлаником лишайниковые в сочетании с брусничнo-багульниковыми лишайниково-зеленомошными лесами	-	–	10308.5	11.3	8503.4	18.1	4996	5.5
	С березой тощей, кедровым стлаником лишайниковые в сочетании с бруснично-голубично-моховыми и лишайниковыми лесами, влагалищнопушицевыми тундрами	–	–	–	–	–		896.1	1.0
	Кустарничковые голубичные зеленомошно-лишайниковые, с участками лишайниково-зеленомошных редин и кедровостланиковых зарослей	-	–	–	–	–		15693.2	17.3
	Голубично-багульниковые зеленомошные в сочетании с лиственничными кустарничковыми лесами	–	–	–	–	–		19722.1	21.8
	Лишайниковые и зеленомошно-лишайниковые в сочетании с брусничными лесами и ерниками	-	–	–	–	–	–	632.1	0.7
	Заросли кедрового стланика:	–	–	14815	16.2	10892.4	23.2	15828.2	17.5
	Кустарничковые лишайниковые и мертвопокровные щебнистые	–	–	14815	16.2	10892.4	23.2	15828.2	17.5
Всего:		26261.6	100.0	91626.8	100.0	46963	100.0	90592.8	100.0

Примечание. Площадь указана в км^2.

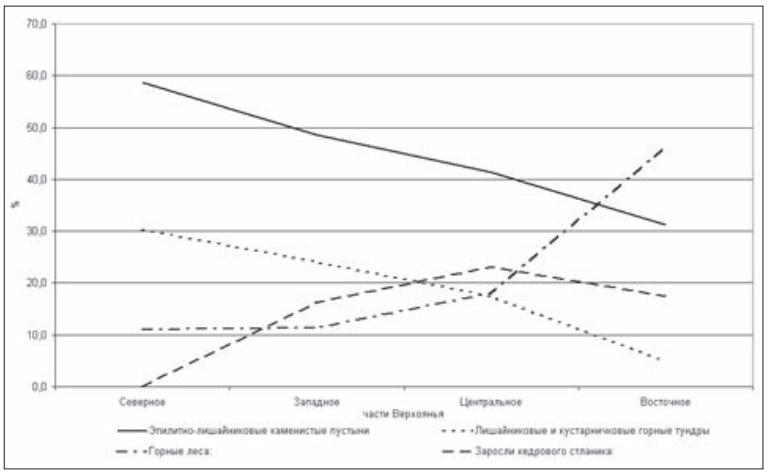


Рис. Изменения структуры растительности в долготно-широтных областях Верхоянского хребта (в % площади).

По осям абсцисс — области Верхоянского хребта; по осям ординат — %.

2.2. Заросли кедрового стланика:

2.2.1. Заросли кедрового стланика кустарничковые лишайниковые и мертвопокровные щебнистые. Сообщества стланика, выделяемые в качестве самостоятельных контуров в пределах бореальных областей ВХ, встречаются, в основном, на его южном и западном макросклонах и только в Восточном Верхоянье выходят на северный макросклон. Относятся к среднеувлажненному и сухому ряду. По фитоценотическому составу, в сущности, мало отличаются от лиственничных редин и редколесий кедровостланиковых, с которыми они обычно и чередуются. Характерно господство *Pinus pumila* с единичным участием или полным отсутствием *Larix dahurica* subsp. *cajanderi*; та или иная степень развития летне-зеленых кустарников — березок и душекии, к которым может добавиться *Salix pulchra* или *S. recurvigemmis*; широко распространенных кустарничков, среди которых появляются *Dryas punctata, Cassiope ericoides, C. tetragona, Rhododendron adamsii, R. aureum*. Из травянистых растений можно встретить *Artemisia lagocephala, Campanula rotundifolia* subsp. *langsdorffiana, Pulsatilla patens* subsp. *angustifolia* и различные тундровые виды. Обычно заросли кедрового стланика сопровождаются хорошо развитым покровом кустистых лишайников и мхов, типичных для лесных сообществ. В местах с активными горообразовательными процессами,заросли стланика занимают каменные осыпи, покрытые эпилитными лишайниками.

ГИС технологии позволяют проводить точный подсчет соотношения площадей, что было гораздо сложнее сделать традиционными методами прошлого периода, когда составлялся Атлас.

Необходимо учесть, что в бореальных областях ВХ на электронных картах хорошо выражены контуры комплекса долинной растительности. На карте «Атласа сельского хозяйства ЯАССР» (1989) они выделяются как растительность речных долин с преобладанием горных лиственничных лесов. Нами же эти контуры исключены из общего учета площади горной системы, т. е. в данном сообщении рассматриваются только геоботанические подразделения, свойственные горным склонам.

Список литературы

Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. 1989. М. 115 с. — *Ермаков Н. Б., Николин Е. Г., Троева Е. И., Черосов М. М.* 2009. Классификация светлохвойных лесов южного Верхоянья (Якутия) // Вестн. Новосибир. гос. ун-та. Сер. биология, клиническая медицина. Т. 7. Вып. 4. С. 7–15. — *Ермаков Н. Б., Николин Е. Г., Троева Е. И., Черосов М. М.* 2010. Классификация сообществ пояса подгольцовых редколесий Восточного Верхоянья (Якутия) // Вестн. Новосибир. гос. ун-та. Сер. биология, клиническая медицина. Т. 8. Вып. 3. С. 137–151. — *Николин Е. Г.* 1991. Флора и растительный покров Центрального Верхоянья: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Новосибирск. 14 с. — *Николин Е. Г.* 2009. Общие закономерности высотно-широтного распределения флоры Верхоянского хребта // Почвы и растительный мир горных территорий. М. С. 235–239.

ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. В. Белов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1. E-mail: belov@isc.irk.ru

Ключевые слова: *юг Восточной Сибири, картографирование растительности.*

В начале 1960-х гг. академик В. Б. Сочава (1962) очень точно определил уровень развития исследований растительности, сказав, что «геоботаника как наука о растительном покрове достигла своей картографической зрелости». Действительно, в то время начался бурный процесс картографического изучения

растительного покрова в нашей стране и за рубежом. Формировались новые теоретические и методические подходы к пониманию и оценке пространственной организации растительности. И уже к началу нового тысячелетия были получены серьезные результаты, в первую очередь в обзорном мелкомасштабном геоботаническом картографировании. Это нашло свое отражение в докладах Т. К. Юрковской, Д. С. Голода, П. Л. Горчаковского, Я. П. Дидуха, А. В. Белова и др. на конференции «Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии», состоявшейся в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) в 2000 г. (Современные…, 2000).

С момента проведения той важной конференции прошло чуть более 10 лет, что дает возможность подвести некоторые итоги и отметить формирующиеся тенденции в картографировании растительности в сложившихся центрах такого рода исследований. Одним из таких центров является Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (ИГ СО РАН) (лаборатория биогеографии), где развиваются принципы и методы сибирской (иркутской) школы картографирования растительности, основоположником которых был В. Б. Сочава, в свое время возглавлявший лабораторию географии и картографии растительности в БИН АН СССР.

Об основных теоретических и методических позициях сибирской (иркутской) школы картографирования растительности сказано много (Сочава, 1979; Белов и др., 2002; Белов, 2007) и нет необходимости на них подробно останавливаться. Скажем только, что их развитие проходило в условиях активного изучения и государственного комплексного освоения природных ресурсов Сибири. Они нашли свое отражение в крупных обзорно-региональных картографических произведениях — картах растительности Западной Сибири, Юга Восточной Сибири, зон БАМ, КАТЭК, бассейна оз.Байкал и др. Все эти карты растительности были широко задействованы в решении больших экологических проблем Сибири.

Здесь важно отметить, что географо-генетические и структурно-динамические принципы организации растительности, положенные в основу классификации подразделений растительности и, соответственно, легенд карт, уже в то время, помимо фундаментальных вопросов геоботаники, были нацелены на решение прикладных задач экологически ориентированного природопользования. В настоящее время этот аспект картографических исследований становится еще более актуальным.

«Нам нужна такая классификация растительности, — говорил В. Б. Сочава (1961, с. 5), — которая могла бы быть положена в основу учета растительных ресурсов и обоснования их рациональной эксплуатации; классификация, способствующая экологической оценке земель по растительному покрову; классификация, отражающая ход природных и антропогенных сукцессий растительности и одновременно пригодная для различных биологических прогнозов всюду, где естественное развитие растительности изменяется под прямым или косвенным влиянием деятельности человека». Это программное положение является базовым для наших исследований и в настоящее время, чему в значительной степени способствуют и новый характер природопользования, отвечающий современной концепции рыночной экономики, и новая природоохранная идеология, определяемая федеральным и региональным законодательством, и новые экологические проблемы (вызовы) глобального и регионального характеров.

Растительность юга Восточной Сибири, более известной теперь как Байкальский регион, всегда привлекала внимание специалистов в научном и хозяйственном аспектах. Ее картографическое изучение было традиционно актуальным, как при решении экологических проблем формирования промышленно-энергетических центров Ангаро-Енисейского региона, так и при строительстве Байкало-Амурской магистрали или формировании зоны КАТЭК. Но особенный интерес к ней был вызван принятием федерального закона «Об охране озера Байкал», согласно которому большая часть региона под названием Байкальская природная территория была отнесена к зонам особого природоохранного (регламентированного) природопользования.

Создание и издание обзорной Карты растительности юга Восточной Сибири (Белов, 1973) в м. 1 : 1 500 000 не исчерпали тему мелкомасштабного картографирования растительности региона. Позднее в более мелком масштабе (1 : 2 5000 000) были созданы и изданы карты растительности и ее основных функций зоны БАМ (Белов, Лавренко, 1977) и карта растительности бассейна Байкала, помещенная в Атласе Байкала (Белов, Моложников, 1993). Если первая карта по своему содержанию и принципам была близка к карте растительности юга Восточной Сибири, то на второй была усилена экологическая характеристика выделенных на карте подразделений растительности.

Появление новых источников информации в виде относительно высокоразрешающих спектрозональных космических снимков, новых лесотаксационных материалов на территорию Иркутской области, а также новых натурных материалов по растительности различных районов Предбайкалья определило выход исследований на новый этап обзорного картографирования растительности. Начала создаваться карта растительности Иркутской области в м. 1 : 2 500 000, которая была издана в составе «Экологического атласа Иркутской области» в 2005 году (Белов, Соколова, 2005).

Принципы многоступенчатой многомерной классификации растительности, положенной в основу легенды этой карты, были близки тем, которые использовались при составлении карты растительности юга Восточной Сибири. Здесь также были учтены регионально-типологические и структурно-динамические особенности растительности. Типология растительных сообществ проводилась в пределах эпитаксонов (эпиассоциаций, эпиформаций) (Сочава, 1979), с подчинением производных группировок коренным сооб-

ществам. Основное отличие состояло в том, что на Карте растительности юга Восточной Сибири все производные сообщества были типизированы в восстановительные серии, тогда как здесь были использовали ряды антропогенной трансформации коренных ценозов из-за сильного антропогенного воздействия с учетом степени удаленности производных сообществ от исходных ценоструктур (Белов, Соколова, 2005). На основе этой карты была создана карта геоботанического районирования, отразившая основные географические закономерности пространственной структуры Предбайкалья. В Атласе также приведена карта редких и исчезающих растений и растительных сообществ, важных для решения вопросов сохранения биологического разнообразия.

Карта растительности Иркутской области стала первым этапом создания картографической модели растительности всего Байкальского региона (Иркутская область, Республика Бурятия и Забайкальский край), возможно, с примыкающими районами Монголии, расположенными в бассейне Байкала, работа над которой идет в настоящее время. Масштаб этой карты предполагается 1 : 4 000 000. Она внесет современные коррективы для этого региона в последнее общероссийское (общесоюзное) картографическое обобщение — Карту растительности Советского Союза для вузов, в м. 1 : 4 000 000, изданную в 1991 г. коллективом авторов БИН РАН, МГУ и ИГ СО РАН. Карта растительности Байкальского региона в комплексе с другими оценочными и прогнозными картами по растительности войдет в комплексный «Атлас Байкальского региона: природа, население, хозяйство», нацеленный на устойчивое развитие этой территории.

Наметившаяся в 1990-х гг. тенденция перехода картографического изучения растительности от обзорного мелкого масштаба к среднему и крупному масштабам в настоящее время развивается в полной мере. Крупномасштабные карты растительности стали обязательным элементом документации ОВОС, сопровождающей любое крупное строительство или хозяйственное мероприятие в Сибири. В недалеком прошлом строительство Байкало-Амурской магистрали и формирование планов комплексного освоения природных ресурсов ее зоны опиралось на научное сопровождение в виде серии мелкомасштабных карт зоны БАМ, куда входила и Карта растительности и ее основных функций зоны БАМ в м. 1 : 2 500 000. В настоящее время реализация не менее значительного по протяженности строительства нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан (ВСТО), трасса которого проходит по большей части территории юга Восточной Сибири, потребовала от сотрудников ИГ СО РАН создания многолистных крупномасштабных карт растительности узких зон строительства в масштабах 1 : 200 000 — 1 : 50 000. Эти карты послужили материалом для оценки потенциального ущерба, нанесенного растительности строительством, а также в настоящее время используются для мониторинга состояния биоты трассы ВСТО.

Крупномасштабные карты растительности (карты биотопов) — инвентаризационные и оценочные — являются важным элементом методики ландшафтного планирования, развиваемой в ИГ СО РАН совместно с немецкими коллегами. В рамках этой деятельности в последние годы были созданы крупномасштабные карты на разные перспективные территории Прибайкалья. Универсальные крупномасштабные геоботанические карты сопровождались оценкой чувствительности и значимости растительных сообществ, с учетом редких и краснокнижных видов растений (Ландшафтное…, 2002). На основе новых материалов, а также с использованием Карты растительности юга Восточной Сибири, была выполнена карта экологического зонирования биоты (растительный и животный мир) Байкальской природной территории в м. 1 : 3 000 000 (Экологическое..., 2002; Белов и др., 2002).

Сочетание среднемасштабного и крупномасштабного картографирования растительности сопровождает процесс освоения нефтегазоносных ресурсов Ковыктинского, Ярактинского, Дулисьменского и других месторождений Предбайкалья. Составлены среднемасштабные карты растительности центральных районов Лено-Ангарского водораздела (1 : 200 000) (Суворов, Новицкая, 2010), крупномасштабные карты на инфраструктуру линейных сооружений — нефте- и газопроводов, а также на многочисленные буровые площадки в масштабах 1 : 25 000 — 1 : 50 000.

Строительство Байкало-Амурской магистрали повысило доступность многих районов Северного Прибайкалья и хозяйственный интерес к ним. Это потребовало адекватного изучения растительности ранее слабо изученных территорий. В первую очередь было проведено картографическое изучение растительности Северо-Западного Прибайкалья — Байкальского хребта и прилегающих территорий. Для выявления детальных закономерностей ценотической, динамической и экотопической структуры растительности центральной части Байкальского хребта была составлена крупномасштабная геоботаническая карта этого региона в м. 1 : 50 000. Полученная информация была положена в основу среднемасштабной карты растительности всего Северо-Западного Прибайкалья (Байкальский хребет и прилегающие территории) в м. 1 : 500 000, которая в свою очередь послужила материалом для детального геоботанического районирования этого региона (Фишер, 2004). Среднемасштабная карта составлена на принципах учета эволюционно-динамических особенностей растительности. Обе карты составлены с использованием натурных материалов по растительности и космических снимков из Интернет-ресурса, с применением ГИС-технологий. Подобные картографическое изучение растительности в настоящее время проводится для Северо-Восточного Прибайкалья (Верхнеангарской котловины и ее горного окружения) (Софронов, 2010).

Широкое применение крупномасштабного изучения растительности юга Средней Сибири способствовало интенсивному развитию теоретических и методических подходов исследований. Основное внимание

было уделено совершенствованию эволюционно-динамического и геосистемных принципов типизации и классификации растительных сообществ, обеспечивающих высокую эффективность прогнозно-геоботанических исследований, понимаемых как системное многоэтапное картографирование растительности (Белов, Соколова, 2010).

Развитие эволюционно-динамических принципов организации растительности было проведено с привлечением палеоботанических и палеогеографических высокоразрешающих и хронологически датированных реконструкций, опирающихся на материалы, полученные из разрезов торфяников или почвенных разрезов. Это обеспечивало возможность проследить эволюционное развитие растительности изучаемых регионов в голоцене и выявить генетические основы их современного растительного покрова. Тем самым повышалась объективность выделения коренных типов сообществ и их динамических модификаций антропогенного характера (Белов и др., 2008; Безрукова, Белов, 2010).

Что касается геосистемного подхода в картографировании растительности, то это с одной стороны расширяло использование экотопических характеристик сообществ и обогащало экологической и динамической информацией карты растительности, а с другой — открывало широкие возможности для оценки и картографирования природных функций растительных сообществ в геосистемах, что важно для геоботанического прогнозирования (Белов, Соколова, 2010).

Повышение разрешающих характеристик космических снимков, совершенствование методов ГИС-технологий тематического дешифрирования и автоматизации картосоставления на векторизованной топографической основе создают условия для формирования академической Инфраструктуры пространственных данных Сибири (ИПДС). Карты растительности разных масштабов, построенные на геосистемных структурно-динамических принципах, займут в ИПДС центральное место и будут оперативно использоваться в решении многих экологических вопросов рационального природопользования с учетом сохранения биологического разнообразия регионов Сибири.

Список литературы

Безрукова Е. В., Белов А. В. 2010. Эволюция растительности на северо-востоке Лено-Ангарского плато в среднем-позднем голоцене // География и природные ресурсы. № 1. С. 90–99. — *Белов А. В.* 1973. Карта растительности юга Восточной Сибири. Принципы и методы составления // Геоботаническое картографирование 1973. Л. С. 16–30. — *Белов А. В.* 2007. Картографическое изучение организации растительности геосистем Сибири: принципы, методы, основные результаты // Географические исследования Сибири. Т. 1. Структура и динамика геосистем. Новосибирск. С. 26–52. — *Белов А. В., Лавренко Н. Н.* 1977. Проблемы геоботанического картографирования зоны Байкало-Амурской магистрали // Геоботаническое картографирование 1977. Л. С. 3–19. — *Белов А. В., Моложников В. Н.* Растительность. Карта. М. 1 : 2 500 000 // Атлас Байкала. М. 1993. — С. 114–115. — *Белов А. В. , Соколова Л. П.* 2005. Растительность Иркутской области. Карта. М. 1 : 2 500 000 // Экологический атлас Иркутской области. Иркутск. — *Белов А. В., Соколова Л. П.* 2010. Системная оценка растительности при выявлении рекреационного потенциала территории (на примере Западного побережья Байкала) // География и природные ресурсы. № 3. С. 44–56. — *Белов А. В., Лямкин В. Ф., Соколова Л. Н.* 2002. Картографическое изучение биоты. Иркутск. 160 с. — *Белов А. В., Безрукова Е. В., Соколова Л. П.* 2008. Эволюционно-динамическое картографирование растительности Сибири для целей прогнозирования // География и природные ресурсы. № 1. С. 10–21. — *Ландшафтное* планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт. 2002. Иркутск. 141 с. — *Современные* проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. 2000. СПб. 225 с. — *Софронов А. П.* 2010. Некоторые вопросы картографирования растительности котловин Северо-Восточного Прибайкалья // Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных. Иркутск. С. 31–32. — *Сочава В. Б.* 1961. Вопросы классификации растительности, типологии физико-географических фаций и биогеоценозов // Вопросы классификации растительности. Свердловск. С. 5–22. — *Сочава В. Б.* 1962. Вопросы картографирования в геоботанике // Принципы и методы геоботанического картографирования. М.; Л. С. 5–27. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 189 с. — *Суворов Е. Г., Новицкая Н. И.* 2010. Взаимоотношение природной и антропогенной динамики растительности Верхоленья / Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии. Иркутск. С. 538–540. — *Фишер Е. Э.* 2004. Картографическое изучение растительности Северо-Западного Прибайкалья // Проблемы сохранения растительного покрова Внутренней Азии. Улан-Удэ. Т. 2. С. 58–59. — *Экологическое* зонирование Байкальской природной территории: проект. 2002. Иркутск. 36 с.

ПРОГНОЗНО-ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

А. В. Белов, Л. П. Соколова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1. E-mail: belov@isc.irk.ru

Ключевые слова: *Байкальская Сибирь, картографирование растительности, прогноз.*

В последнее время в Байкальской Сибири все острее поднимаются вопросы рационального природопользования. При этом рационализация увязывается не только и не столько с ресурсными аспектами природопользования, но на первую позицию выдвигаются экологические его характеристики. Рациональность природопользования в значительной степени определяется его экологичностью, т. е. оценкой тех последствий, которое оно несет для качества окружающей среды. В этом плане даже сам ресурсный аспект природопользования рассматривается как элемент, тесно сопряженный с экологическими возможностями (природными и антропогенными ограничениями) и последствиями использования ресурса в конкретном регионе.

Все это в первую очередь относится к растительности как источнику разнообразных биоресурсов, как к важному (критическому) компоненту природных геосистем, функционально контролирующему в них развитие и интенсивность многих процессов, а также как к точному индикатору состояния окружающей среды, подвергающейся воздействию различных антропогенных факторов. Именно растительность, ее состояние определяют значительную часть эколого-ресурсного потенциала той или иной территории, что определенным образом влияет на характер ее социально-экономического развития. Таким образом, растительность является важным фактором территориального развития, стимулируя или сдерживая (ограничивая) его. Учет этого влияния, как геоботанический аспект ландшафтного планирования, имеет самостоятельную прикладную ценность и требует дальнейшего теоретического и методического развития.

Накопленный опыт показал, что наиболее эффективным в этом плане является геоботаническое прогнозирование как отраслевой элемент географического прогнозирования. При этом геоботаническое прогнозирование рассматривается как единое системное многоэтапное картографическое исследование растительности, ориентированное на формирование представлений о составе и структуре растительности будущего в условиях современных или планируемых режимов природопользования. Оно эффективно применимо в равной степени как при разработке общих схем территориального планирования, так и при разработке ОВОСов для конкретных хозяйственных проектов.

Высокая эффективность геоботанического прогнозирования определяется информационной и методологической связностью, а также масштабной сопряженностью картографических работ всех трех этапов — инвентаризационного, оценочно-прогнозного и прогнозно-рекомендательного. Центральным звеном здесь являются универсальные геоботанические карты, созданные на основе структурно-динамических и географо-генетических принципов многомерной классификации растительных сообществ, предложенных В. Б. Сочавой (1979) и нашедших свое развитие в разработках современной картографии растительности в рамках сибирской (иркутской) школы тематического картографирования биоты (Белов и др., 2002).

В своих работах В. Б. Сочава справедливо указывал на картографическую связность прогнозно-геоботанических исследований. Геоботанический прогноз, говорил он, начинается с карты и завершается ею. Это естественно, т. к. универсальная карта растительности отражает основные особенности ее пространственно-географической структуры как компонента геосистем разной размерности, во всех ее эволюционно-динамических проявлениях. Соответственно, все дальнейшие оценочные и прогностические исследования, опирающиеся на такую информационную базу, получают свою точную географическую и топо-экологическую привязку и соответствующее отражение на всех специальных картах, выполненных в сопряженном масштабе.

Такие прогнозно-геоботанические исследования были выполнены нами в районах юга Средней Сибири и Прибайкалья в рамках плановых работ лаборатории биогеографии Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН по проблеме оптимизации природопользования в этих регионах. При этом были учтены основные направления хозяйственного использования территории. В первом случае, на юго-западе Лено-Ангарского водораздела, в верховьях р. Илги, основу составляло лесное хозяйство, с выборочной промышленной заготовкой древесины. Во втором, на Кочериковской подгорной равнине в Северном Приольхонье, основное внимание уделялось возможностям развития в этом районе организованной туристско-рекреационной деятельности.

Для каждого района была составлена универсальная геоботаническая карта на структурно-динамических принципах классификации подразделений растительности. Для Илгинского участка был выбран масштаб 1 : 100 000 (Белов и др., 2008), а для Кочериковского — 1 : 25 000 (Белов, Соколова, 2010). При их составлении были использованы собственные материалы натурных исследований, материалы лесной таксации и космические снимки из Интернет-источников (Google Earth). Эти карты составляли основу

инвентаризационного этапа прогнозных исследований. Их подробные легенды и соответственно карты раскрывали не только флористическую, пространственно-ценотическую и динамическую структуру современного растительного покрова, но и давали информацию об особенностях экотопов подразделений растительности. Все растительные сообщества с учетом их динамического состояния были отнесены к конкретным эпитаксонам, объединяющим коренные и производными фитоценозы.

Уже в процессе составления универсальной геоботанической карты начинаются прогностические исследования, с выделением коренных и производных сообществ и формированием из них эпитаксонов как структурно-динамических комплексов. Такой динамический подход к типизации и классификации растительных сообществ повышает информационно-прогностическую ценность составленной карты растительности, т. к. на ней находят отражение не только современные деструктивные и восстановительные динамические процессы в растительном покрове, но и степень его нарушенности, а также его динамический потенциал, что важно для дальнейших оценочно-прогнозных исследований.

В необходимых случаях, при наличии дополнительной палеогеографической информации, на этом инвентаризационном этапе целесообразно составить карту восстановленной растительности, т. к. она дает возможность получить более полное представление о фито-экологическом потенциале территории, а также оценить эволюционные тенденции в растительности. Полученные таким ретропрогнозным способом представления об эволюционном потенциале растительности необходимы для более полного понимания современных динамических процессов в ней, развивающихся под влиянием спонтанных и антропогенных факторов.

Оценочно-прогнозный этап исследований нацелен на решение нескольких задач экологического, ресурсного и хозяйственного характера. Наиболее комплексной является, естественно, оценка экологического потенциала растительности. С одной стороны необходима оценка потенциала устойчивости растительных сообществ к основным антропогенным факторам воздействия, а с другой — необходимо выявление и оценка функциональной роли растительности в геосистемах, неотъемлемой частью которых они являются.

Проблема оценки потенциала устойчивости растительности, несомненно, является центральной в прогностических исследованиях, т. к. в ней находят отражение фундаментальные аспекты структурной организации растительности, с учетом ее спонтанной и антропогенной динамической изменчивости. Но в этом случае нас интересовали только утилитарные представления о потенциале устойчивости растительности к фоновым антропогенным факторам — пожарам, рубкам, сенокошению, рекреации и др., характерным для того или иного региона. На Илгинском полигоне основное внимание уделялось пирогенной устойчивости растительности (Белов, Соколова, 2008), а на Кочериковском участке, где предполагается развитие рекреации, кроме пирогенной устойчивости анализировалась и рекреационная устойчивость. Были составлены соответствующие карты пирогенной и рекреационной устойчивости растительности с выделением относительно устойчивых, среднеустойчивых и неустойчивых сообществ. Для Кочериковского участка проведено сопоставление этих двух факторов деструкции растительности и составлена обобщенная карта антропогенной устойчивости растительности (Белов, Соколова, 2010).

Оценка функциональной (экологической) роли растительности в геосистемах изучаемых территорий важна с позиции выявления основных (предпочтительных) функций растительных сообществ, сохранение которых имеет приоритетное хозяйственное значение. Картографическая оценка проводилась по основным группам (классам) функций растительности — фитопродукционной, гидросфероформирующей и почвоформирующей. На их основе были составлены сводные карты экологических функций растительности, с выделением основных (предпочтительных) и второстепенных функций (Белов, Соколова, 2009а; Белов, Соколова, 2010). Интересно в этом плане сравнить функциональные особенности восстановленной и современной растительности. Хорошо видно ослабление или даже изменение основных функций в результате произошедших антропогенных изменений в растительности.

Анализ ресурсного потенциала растительности проводился в соответствии с хозяйственным статусом территорий. На Илгинском полигоне, расположенном в лесохозяйственной зоне, леса которой отнесены преимущественно к промышленно-эксплуатационной категории, основное внимание уделялось оценке существующего и потенциального ресурсов лесов и нелесной растительности. На Кочериковском участке, расположенном в зоне с особым природоохранным статусом, где леса отнесены к I группе, и где предполагается развитие рекреации, основное внимание уделялось эстетической ценности растительности.

Сопоставление функциональной (экологической) роли растительности и ее ресурсного потенциала проводилось по двум направлениям. На Илгинском полигоне такой анализ проводился для каждого выдела универсальной геоботанической карты, с выявлением хозяйственной ценности каждого растительного сообщества. Преимущество в этой оценке отдавалось экологическим характеристикам сообществ, значимых для хозяйства. Только после этого рассматривался ресурсный потенциал сообществ. В результате была составлена оценочно-прогнозная карта хозяйственной (социально-экономической) ценности растительности, где определяются возможности оптимального использования растительного потенциала территории. На ее основе можно было переходить к прогнозно-рекомендательному этапу исследований.

При оценке ресурсного потенциала важную роль имеет информация о восстановительно-динамическом потенциале каждого растительного сообщества современной растительности. В лесах он просматри-

вается через породный и возрастной состав древостоя, его бонитет, наличие, состав и состояние подроста, в луговых и кустарниковых сообществах — через особенности их пространственной структуры и наличия возобновления древесных пород. Этот потенциал хорошо просматривается через составление условно-прогнозных карт растительности, с временным интервалом в 150–200 лет. Такая карта прогнозной растительности была составлена на Илгинский полигон. Временной лаг был выбран в 200 лет, что обеспечивало условную возможность полного возобновления нарушенных лесов (Белов, Соколова, 2008). По этой карте четко просматривались возможности восстановления ресурсного потенциала лесов исследуемой территории, что важно для последующей хозяйственной оценки растительности.

На Кочериковском участке такой поконтурный анализ хозяйственной (социально-экономической) ценности растительности был признан нецелесообразным. Оценка экологической (средозащитной) роли растительности, ее эстетической ценности и антропогенной устойчивости, проведенная для каждого выдела современного растительного покрова района, сама по себе показала их хозяйственную ценность, учет которой необходим при рекреационном освоении этой территории. Здесь более уместно зонирование территории, выделение прибрежной, подгорной и горной зон, с определением основных типов рекреации и параметров ограничений (регламентации) рекреационной деятельности (Белов, Соколова, 2010).

Завершающий, прогнозно-рекомендательный, этап картографических исследований растительности, опирающийся на весь комплекс информации, полученный в ходе целевых сопряженных по масштабу работ, должен был представлять систему оптимального (рекомендательного) природопользования с учетом экологических и ресурсных особенностей растительности. Картографический прогноз рекомендаций может быть выполнен для каждого выдела современного растительного покрова, как это было выполнено для Илгинского полигона, или для выделенных зон хозяйственного (рекреационного) освоения, как на Кочериковском участке. В последнем случае это объясняется тем, что здесь проходит граница Прибайкальского национального парка и Байкало-Ленского заповедника, и, следовательно, территория имеет разный природоохранный статус, определяющий различные возможности развития рекреации.

Для Илгинского полигона было выбрано три направления оптимизации деятельности — хозяйственное использование (промышленные рубки, сбор кедрового ореха, сенокошение и др.), санация территории (активная и пассивная), преимущественно через восстановление лесной растительности, и запрет на хозяйственную деятельность (частичный или полный), там, где растительность выполняет важную экологическую (средозащитную) роль. Все это обеспечит неистощительное экологически сбалансированное использование растительных ресурсов на этой территории (Белов, Соколова, 2009б).

На Кочериковском участке, для каждой зоны с учетом средозащитной роли растительности, ее устойчивости к антропогенным факторам и особенностям ее эстетических характеристик, рекомендовано развитие своего типа рекреационного использования территории — стационарного (лечебно-оздоровительного, автотуризма и др.) или транзитного (лодочно-круизного, спортивно-оздоровительного, эколого-познавательного и др.), с различной степенью регламентации, нацеленной на сохранение особо ценных растительных сообществ и соблюдение норм по охране природной среды уникального озера Байкал. Естественно, для территории Байкало-Ленского заповедника рекомендуется развитие только транзитного туризма научно-образовательного или эколого-познавательного характера (Белов, Соколова, 2010).

Подобные прогнозно-рекомендательные карты оптимизации природопользования, выполненные в сопряженном масштабе с универсальными геоботаническими картами и специальными оценочными, создают полноценную научно-обоснованную базу для принятия экологически оправданных хозяйственных решений в области природопользования в сибирских регионах, растительность которых характеризуется низкой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Такие картографические прогнозно-геоботанические работы могут эффективно использоваться как при территориальном планировании развития любого региона Сибири, так и при экологическом обосновании конкретных хозяйственных мероприятий. Поэтому прогнозно-картографические исследования растительности Байкальской Сибири должны получить дальнейшее развитие, особенно в плане определения экологически целесообразных пределов ее устойчивости в рамках формирующихся новых систем природопользования.

Список литературы

Белов А. В., Безрукова Е. В., Соколова Л. П. 2008. Эволюционно-динамическое картографирование растительности Сибири для целей прогнозирования // География и природные ресурсы. № 1. С. 10–21. —*Белов А. В., Соколова Л. П.* 2008. Устойчивость растительности в системе геоботанического прогнозирования // География и природные ресурсы. № 2. С. 29–40. — *Белов А. В., Соколова Л. П.* Функциональная организация растительности в системе картографического прогнозирования // География и природные ресурсы. 2009а. № 1. С. 11–18. — *Белов А. В., Соколова Л. П.* 2009б. Социально-экономическая роль растительности в картографическом обосновании рационального природопользования в системе геоботанического прогнозирования // География и природные ресурсы. № 2. С. 25–33. — *Белов А. В, Соколова Л. П.* Системная оценка растительности при выявлении рекреационного потенциала территории (на примере западного побережья Байкала) // География и природные ресурсы. 2010. № 3. С. 4456. — *Белов А. В., Лямкин В. Ф., Соколова Л. П.* 2002. Картографическое изучение биоты. Иркутск. 160 с. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 189 с.

ВЫСОТНО-ПОЯСНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА ЗАПАДНОГО САЯНА

М. В. Бочарников

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
119991, Москва, Ленинские горы, 1. E-mail: maxim-msu-bg@mail.ru

Ключевые слова: *высотная поясность, лесные экосистемы.*

Исходя из структурной организации растительного покрова в горах, основной единицей его дифференциации выступает высотный пояс (Станюкович, 1973; Зоны и типы поясности…, 1999). Это типологическое объединение растительных сообществ, где системообразующими связями выступают биоклиматические и литолого-геоморфологические свойства определенного высотного уровня горной страны, в рамках которых в процессе эволюции сформированы закономерности состава и структуры растительного покрова. Важнейшим диагностическим признаком служит формационный состав растительности, на всей высотной амплитуде развития пояса остающийся неизменным. Сложный комплекс факторов горной территории обуславливает определенное ценотическое разнообразие и особенности пространственной организации растительности в рамках формационного единства в пределах пояса.

Дифференциация растительности в результате влияния высотно-климатических факторов может проявляться и на внутрипоясном уровне, с чем связано выделение высотных подпоясов и полос растительности. Специфика данных подразделений раскрывается с учетом фитоценотического оптимума конкретных растительных сообществ основных местообитаний, спектра основных жизненных форм, набора господствующих и согосподствующих синузий (Огуреева, 1991). Высотно-поясные структуры растительного покрова выделяются по флористическим, фитоценотическим критериям, а также детерминируются по биоклиматическим параметрам. Как в наивысшей степени самобытные структуры, они одинаково хорошо могут быть охарактеризованы, показаны на карте с одинаковой точностью.

Диагностические признаки наиболее надежно определяют высотные пояса и подпояса в случае комплексного подхода с учетом флористических, ценотических свойств растительных сообществ, экологических условий местообитаний. Выбор наиболее надежных признаков зависит от преобладающего в конкретном районе типа растительности, господствующих геоморфологических процессов, обуславливающих специфику пространственной организации растительного покрова. Особая необходимость в диагностических признаках высотно-поясных структур ранга ниже пояса возникает при изучении лесного покрова, развивающегося в горных условиях и преобладающего в высотно-поясном спектре. В ряду диагностических признаков прибавляются лесотипологические, таксационные, которые в совокупности с флористическими и ценотическими дают ясную картину высотно-поясной организации лесного покрова (Назимова и др., 1987). Однако поиск наиболее важных дифференцирующих признаков остается важной научной задачей.

В качестве объекта исследования выбран растительный покров Западно-Восточносаянского подтипа Северо-Алтайского (альпийско-субальпийско-таежного) типа поясности (по: Зоны и типы поясности…, 1999). Для него свойственен обедненный состав черневых лесов с участием неморальных видов пацифической группы. Области распространения черневых лесов и сопутствующих им в высотно-поясном спектре типов растительных сообществ определены гумидными районами с ослабленной в условиях континентальной Сибири континентальностью (Поликарпов и др., 1986). Характеристика растительности данных районов достаточно подробно освещена в литературе (Куминова, 1960; Шумилова, 1962; Назимова, 1975; Огуреева, 1980; Власенко, 2003).

Для анализа высотно-поясной дифференциации лесного покрова Западно-Восточносаянского подтипа поясности проведены исследования на северном макросклоне Западного Саяна в правобережной части бассейна р. Енисей (хребты Кулумыс, Ойский, Кедранский, Ергаки). В ходе полевых работ методом топоэкологического профилирования выполнено 137 полных геоботанических описаний на разных высотных уровнях горного профиля в соответствии с положением на разных частях фитокатен горных склонов. В результате работ высотно-поясной спектр лесов был охвачен в полном объеме. Предгорная часть профиля занята подтаежными мелколиственно-сосновыми, преимущественно травяными типами леса. В низкогорьях развиты осиново-пихтовые и кедровые с участием березы черневые леса (широкотравные, папоротниковые типы сообществ). В среднегорье доминируют горнотаежные темнохвойные формации с развитым зеленомошным покровом в фоновых типах леса. На границе с высокогорьями получили развитие леса субальпийского подпояса, представленные крупнотравными и лишайниково-зеленомошными типами.

В качестве одного из надежных критериев дифференциации высотных подпоясов был выбран флористический состав. В результате исследований для лесных сообществ составлен перечень из 355 видов, включая напочвенные мхи и лишайники. На основании показатели проективного покрытия и встречаемости видов в сообществах высотных подпоясов рассмотрена роль каждого из видов в структуре высотной поясности. По данным признакам виды были разделены на группы, среди которых особое значение принимает дифференцирующая группа видов, отмечаемых в сообществах определенных высотных подпоясов, и не встречающихся, либо редко встречающихся в других. К этой группе могут относиться виды

Таблица

Модальные элементы характерных и дифференциальных групп видов лесных сообществ высотных подпоясов

Группа модальных неспецифических видов				
Aconitum septentrionale	II$^{1–2}$	IV$^{1–4}$	I$^{1–2}$	I$^{1–5}$
Calamagrostis obtusata	I$^{1–2}$	V$^{1–4}$	IV$^{3–5}$	II$^{1–4}$
Cerastium pauciflorum	II$^{1–2}$	III$^{1–2}$	IV$^{1–2}$	II$^{1–3}$
Geranium albiflorum	II$^{1–2}$	III$^{1–4}$	III$^{1–2}$	II$^{1–3}$
Группа модальных специфических элементов лесов подтаежного подпояса				
Rubus saxatilis	V$^{1–3}$	I^{1}		
Vicia unijuga	IV$^{1–3}$			
Lathyrus frolovii	IV$^{1–2}$	I$^{1–2}$		
Iris ruthenica	III$^{1–4}$	I^{1}		
Calamagrostis arundinacea	III$^{1–4}$			
Brachypodium pinnatum	III$^{1–5}$	I^{1}		
Группа модальных специфических элементов лесов черневого и подтаежного подпоясов				
Cruciata glabra ssp. *krylovii*	IV$^{1–3}$	III$^{1–2}$	I^{1}	I^{2}
Pulmonaria mollis	V$^{1–2}$	IV$^{1–2}$		
Arsenjevia baikalensis	III$^{1–5}$	IV$^{1–6}$		
Brunnera sibirica	III$^{1–4}$	III$^{1–5}$		
Athyrium filix-femina	III$^{1–5}$	V$^{1–5}$	I^{2}	
Группа модальных неспецифических элементов лесов подтаежного, черневого и горнотаежного подпоясов				
Milium effusum	II$^{1–3}$	IV$^{1–2}$	II$^{1–2}$	
Padus avium	III$^{1–4}$	V$^{1–6}$	II$^{1–3}$	
Maianthemum bifolium	IV$^{1–2}$	IV$^{1–4}$	III$^{1–2}$	I^{1}
Stellaria bungeana	II$^{1–2}$	IV$^{1–2}$	III$^{1–2}$	I^{1}
Sorbus sibirica	III$^{1–5}$	IV$^{1–5}$	IV$^{1–4}$	I$^{1–4}$
Группа модальных специфических элементов лесов черневого подпояса				
Matteuccia struthiopteris	I^{2}	III$^{1–7}$		
Paeonia anomala	I^{1}	III$^{1–3}$		
Adoxa moschatellina	I^{1}	III^{1}	I^{1}	
Galium odoratum	I^{2}	III$^{1–3}$		
Paris quadrifolia	I$^{1–2}$	III$^{1–2}$	I^{1}	
Группа модальных специфических элементов лесов черневого и горнотаежного подпоясов				
Oxalis acetosella	I^{1}	IV$^{1–5}$	III$^{1–3}$	
Phegopteris connectilis		III$^{1–3}$	III$^{1–2}$	I^{1}
Gymnocarpium dryopteris	I$^{1–2}$	III$^{1–4}$	III$^{1–3}$	I^{1}
Circaea alpina		III^{1}	II^{1}	
Группа модальных неспецифических элементов лесов черневого, горнотаежного и субальпийского подпоясов				
Dryopteris expansa	I^{1}	III$^{1–5}$	IV$^{1–5}$	II$^{1–2}$
Trientalis europaea	I^{1}	II$^{1–2}$	V$^{1–2}$	IV$^{1–2}$
Calamagrostis langsdorffii		III$^{1–5}$	III$^{1–4}$	IV$^{1–5}$
Lonicera altaica		II$^{1–3}$	V$^{1–4}$	IV^{3}
Группа модальных специфических элементов лесов горнотаежного и субальпийского подпоясов				
Polytrichum commune	I^{1}	I$^{2–3}$	IV$^{1–5}$	IV$^{2–5}$
Carex iljinii		I^{1}	IV$^{1–4}$	IV$^{1–5}$
Bergenia crassifolia			III$^{2–6}$	III$^{1–5}$
Dicranum polysetum		I^{1}	III$^{1–6}$	II$^{2–6}$
Anthoxanthum alpinum			III$^{1–3}$	III$^{1–4}$
Группа модальных специфических элементов субальпийского подпояса				
Rhododendron aureum				III$^{1–4}$
Cladina rangiferina			I^{2}	IV$^{1–4}$
Cladina stellaris				III$^{1–4}$
Cladonia gracilis			I^{2}	III$^{1–3}$
Cetraria islandica			I^{1}	III$^{1–4}$

Примечание. I–V — классы постоянства видов в лесных сообществах высотных подпоясов (I — 1–20 %; II — 21–40 %; III — 41–60 %; IV — 61–80 %; V — 80–100 %). Верхние индексы — классы проективного покрытия видов (1 — до 1 %; 2 — 1–5 %; 3 — 6–10 %; 4 — 11–25 %; 5 — 26–50 %; 6 — 51–75 %).

с невысоким постоянством, но приуроченные к синтаксонам высотного подпояса или их группе, и, в силу своих эколого-ценотических свойств, не способные выходить за их пределы. Виды третьей группы обладают наибольшей диагностической значимостью при характеристике структуры лесного покрова. Каждое типологическое объединение уровня высотных подпоясов определяется особым соотношением диагностических видов, являющихся совокупностью нескольких эколого-ценотических групп (Молокова, 1992), ценоэлементов (Клеопов, 1990), фитоценотических групп (Ермаков, 2003). Всего выделено 16 блоков диагностических видов. Характерные представители некоторых из них приведены в табл. Виды свойственного сообществам высотного подпояса блока составляют его флористическое ядро. В его основу входят специфические виды, приуроченные к одному подпоясу или двум схожим, контактирующим в высотно-поясном спектре. Они входят в его флороценотический комплекс (Юрцев, Петровский, 1971). Каждый блок специфических видов состоит из 2 групп элементов: модальных (с высокой константностью) и не модальных (с низкой константностью, но высокой верностью сообществам определенных высотных подпоясов). Во флористические ядра синтаксонов входит также группа элементов модальных неспецифических видов, включающих высокоактивные виды с широкой экотопической амплитудой (например, субальпийско-лесные виды). Состав и соотношение выделенных блоков видов послужили диагностическими признаками при типологическом объединении растительности в высотные пояса и подпояса.

Анализ растительного покрова в связи с его высотно-поясной организацией предполагает также учет его структурно-функциональных черт. Структура растительных сообществ и их типологических объединений может быть раскрыта через относительно однородные по определенным критериям группы элементов (видов, экобиоморф, ярусов, синузий). Анализ по группам видов удобен с точки зрения генерализации геоботанических данных (Смирнов и др., 2006).

В качестве групп видов, использованных в работе в качестве критериев показателей высотно-поясной дифференциации, взяты поясно-зональные группы. Они представляют собой объединения видов, в своем распространении и приуроченности связанные с крупными зональными или высотно-поясными комплексами растительности. Подобно эколого-ценотическим группам, поясно-зональные группы объединяют сопряженные единством экологических условий и ценотических связей виды, только, как правило, на уровне высших единиц иерархии растительного покрова. Основное же условие однородности групп заключается в единстве их генезиса. Виды, характеризующиеся общностью происхождения и в процессе исторического развития растительного покрова общими чертами расселения, образуют одну поясно-зональную группу. Всего было выделено 14 групп на основе флорогенетических и эколого-географических данных (Малышев, Пешкова, 1984; Степанов, 1994). Предложенные группы видов послужили для оценки структурного разнообразия лесного покрова на высотно-поясном уровне его организации.

Дифференциальная роль поясно-зональных групп видов в разграничении фитоценозов высотных подпоясов оценена с помощью дискриминантного анализа по признаку их проективного покрытия в описаниях сообществ (рис.). В результате полученное количество правильно классифицированных видов (85.8 %)

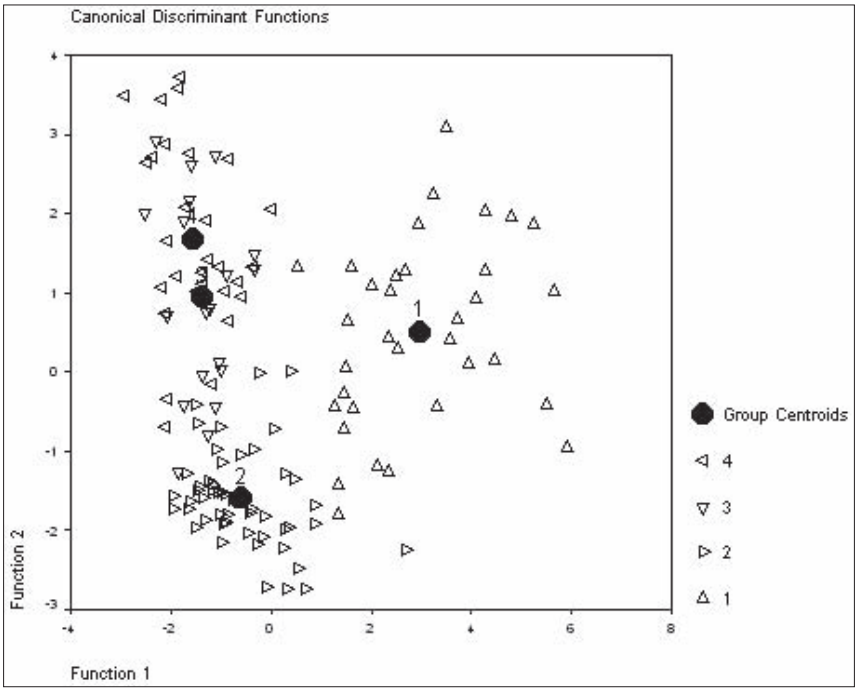


Рис. Положение описаний сообществ высотных подпоясов в первых двух осях дискриминантных функций по признаку общего проективного покрытия видов поясно-зональных групп с суммарным варьированием 85.8 %.
Высотные подпояса: 1 — подтаежный; 2 — черневой; 3 — горнотаежный; 4 — субальпийский. По осям абсцисс и ординат — первая и вторая дискриминантные функции.

определяет хорошее качество данного признака в роли детерминирующего высотно-поясные структуры, которых индицируют высотные подпояса. Основную дифференцирующую роль играют виды пребореальной группы, а также групп, связанных с горами (монтанная) и высокогорьями (гипарктомонтанная, альпийская, арктоальпийская). Пребореальные виды как целостная группа в своем генезисе имеют длительную историю развития. Отступание арктотретичной флоры в неогене привело к постепенной деградации в умеренном секторе континентальной Азии полидоминантных широколиственных лесов, сменяемых мелколиственными. При этом сформировался комплекс видов, связанных в настоящее время с зональной растительностью юга Западной и, отчасти, Средней Сибири, низкогорной растительностью юга Сибири (*Fragaria vesca, Vicia sepium, Viola canina, V. dactyloides, Lathyrus vernus, L. komarovii, L. frolovii, Anemonoides reflexa* и др.). В наиболее защищенных рефугиумах гор Южной Сибири, в частности, исследуемой части Западного Саяна, наилучшим образом к современному периоду сохранился пребореальный комплекс, связанный с черневыми мелколиственно-темнохвойными лесами. Здесь внутри данного комплекса можно выделить группу неморальных реликтов (*Stachys sylvatica, Festuca gigantea, F. altissima, Circaea lutetiana, Epilobium montanum, Corydalis bracteata* и др., а также представители бриофлоры — *Cirriphyllum piliferum, Eurhynchium angustirete, Plagiochila porelloides*), лимитированных в своем распространении повышенной влажностью, относительно высокими термическими ресурсами, мощным снеговым покровом в зимний период и, в целом, сниженной континентальностью климата. Стоит отметить, что в подтаежном комплексе ведущую роль в спектре играет светлохвойная группа видов, сформировавшаяся в результате преемственного развития на протяжении кайнозоя от арктотретичных лесов через пребореальные широколиственные и темнохвойные леса неогена до настоящего времени (Малышев, Пешкова, 1984) (*Angelica sylvestris, Lilium pilosiusculum, Melica nutans, Thalictrum minus, Pteridium pinetorum, Vicia unijuga, Iris ruthenica, Viola hirta, Saussurea controversa* и др.). Субальпийские леса характеризуются увеличением роли монтанных видов (*Ranunculus grandifolius, Hieracium ganeschinii, Euphorbia sayanensis, Bergenia crassifolia, Rhododendron ledebourii, Saxifraga sibirica, Salix saposhnikovii, Rumex alpestris, Aconogonon alpinum, Crepis lyrata*). В своем распространении они связаны с горными системами, но тяготеют к среднегорьям и высокогорьям, где не испытывают такой конкуренции со стороны равнинных видов, как в низкогорьях. Появление арктоальпийских видов (*Bupleurum triradiatum, Sibbaldia procumbens, Salix glauca, Omalotheca norvegica, Diphasiastrum alpinum*) в субальпийском комплексе рассматривается как влияние высокогорной растительности.

Разрабатываемые принципы высотно-поясной дифференциации растительного покрова Южной Сибири показывают высокую роль флористических признаков сообществ и групп видов в выделении высотно-поясных структур. Кроме того, видовой состав соотношение групп характеризует важные моменты становления самобытных комплексов высотных поясов.

Список литературы

Власенко В. И. 2003. Структура и динамика лесной растительности заповедных территорий Алтае-Саянской горной страны. М. 203 с. — *Ермаков Н. Б.* 2003. Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Новосибирск. 232 с. — *Зоны* и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Карта для высших учебных заведений. 1999. М. 1 : 8 000 000. / Под ред. Г. Н. Огуреевой. М. — *Клеопов Ю. Д.* 1990. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев. 352 с. — *Куминова А. В.* 1960. Растительный покров Алтая. Новосибирск. 451 с. — *Малышев Л. И., Пешкова Г. А.* 1984. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск. 265 с. — *Молокова Н. И.* 1992. Эколого-ценотический анализ и феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса (на примере гумидных районов Саян): Дис. … канд. биол. наук. Красноярск. 23 с. — *Назимова Д. И.* 1975. Горные темнохвойные леса Западного Саяна (опыт эколого-фитоценотической классификации) // Чтения памяти В. Н. Сукачева. Л. 118 с. — *Назимова Д. И., Коротков И. А., Чередникова Ю. С.* 1987. Основные высотно-поясные подразделения лесного покрова в горах Южной Сибири и их диагностические признаки // Структура и функционирование лесных биогеоценозов Сибири. М. С. 30–67. — *Огуреева Г. Н.* 1980. Ботаническая география Алтая. М. 192 с. — *Огуреева Г. Н.* 1991. Ботанико-географическое районирование СССР. М. 76 с. — *Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И.* 1986. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск. 226 с. — *Смирнов В. Э., Ханина Л. Г., Бобровский М. В.* 2006. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюл. МОИП. Сер. Биологическая. Т. 111. № 1. С. 27–49. — *Станюкович К. В.* 1973. Растительность гор СССР. Душанбе. 416 с. — *Степанов Н. В.* 1994. Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна). Красноярск. 108 с. — *Шумилова Л. В.* 1962. Ботаническая география Сибири. Томск. 440 с. — *Юрцев Б. А., Петровский В. В.* 1971. Об индикационном значении флористических комплексов на Северо-Востоке СССР // Теоретические вопросы фитоиндикации. Л. С. 15–31.

СТРУКТУРА ЛЕСНОГО ПОКРОВА БИОМА ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НА КАРТЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕВРОПЫ

Е. В. Булдакова

Учреждение РАН Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН
101000, Москва, Уланский переулок, 13, строение 2, а/я 145. E-mail: e_buldakova@mail.ru

Ключевые слова: *биорегион, региональный типологических спектр лесов, карта растительности.*

Комплексная оценка современного состояния лесных экосистем, включая изучение их структуры и динамики, проводится в рамках хорологических единиц различного иерархического уровня, которые выделяются, прежде всего, в соответствии с зональной структурой живого покрова. Учитывая современные тенденции изменения состава и структуры растительного покрова, в том числе и лесов, в связи с ускоряющимися темпами глобального изменения окружающей среды, большое при построении схем биогеографического районирования придается экологической составляющей природных комплексов. В качестве такой системы региональных единиц для оценки пространственной и типологической структуры лесов нами принимается следующая система биогеографической дифференциации: ***зонобиом — экорегион — биорегион*** (Olson et al., 2001; Огуреева и др., 2004).

Анализ региональных особенностей типологического разнообразия лесных экосистем и пространственной структуры современного и потенциального лесного покрова проводится на основе картографической модели их распространения. Такой подход позволяет провести качественную и количественную оценку типологического разнообразия коренных и производных лесных сообществ, выявить современный биоэкологический потенциал территории, а также провести сравнительный анализ состава типологических спектров лесов на региональном уровне с выделением фоновых, редких и уникальных типов лесов.

Биом восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов располагается в средней части Русской равнины, примерно между 58–55º с. ш. и 26–58º в. д., площадь его составляет около 578 тыс. км². Леса, занимающие значительную часть территории этого биома (53 %), являются основным показателем экологического состояния ландшафтных комплексов. В пределах биома выделено 7 биорегионов по региональной специфике биоты на основании комплексного сопряженного картографического анализа различных слоев информации (Булдакова, 2009). Дальнейшая оценка типологического и структурного разнообразия лесных экосистем проводится в границах выделенных биорегионов на основе аналитической интерпретации и количественного анализа Карты потенциальной растительности Европы (Bohn et al., 2004).

Для выделения основных коренных типов сообществ биома, обусловленных, прежде всего, биоклиматическими факторами, а также биоресурсным потенциалом ландшафтов, мы используем Карту потенциальной растительности Европы (Bohn et al., 2004). Следует отметить, что число типов потенциального растительного покрова существенно отличается от реального современного разнообразия лесных экосистем в пределах одного и того же региона. Однако эти характеристики потенциального растительного покрова дают возможность оценки экологической составляющей биоразнообразия, а также могут использоваться в качестве основы для прогноза биоресурсных возможностей ландшафта, в условиях измененной человеком среды. Следует также добавить, что фрагментация лесного покрова и увеличение разнообразия мозаики лесных экосистем, происходящее в результате человеческой деятельности, не беспредельно, а напрямую связано с биоресурсным потенциалом каждого конкретного ландшафта, а также с числом его структурных подразделений и экотопов (Огуреева, Булдакова, 2006).

Карта потенциальной растительности Европы (Bohn et al., 2004) иллюстрирует распределение естественных доминирующих растительных формаций и их комплексов, наилучшим способом адаптированных к современным климатическим и эдафическим условиям, исключая, насколько это возможно, антропогенное воздействие (Painho, Augusto, 2005). Всего на этой карте в границах всей Европы показаны 650 типологических единиц, которые выделяются на основании флористических, эдафических, климатических и фитогеографических критериев внутри 19 зональных и подзональных типов растительности. В пределах изучаемой территории отмечено 24 типологических единицы, которые, в целом, достаточно полно отражают разнообразие и основные провинциальные различия растительных сообществ, а также изменения во флористическом составе при движении с севера на юг и с запада на восток (табл. 1). Большую площадь, согласно зональной принадлежности этой территории, занимают гемибореальные еловые и пихтово-еловые леса с участием широколиственных пород (D19–21), и их эдафические варианты, представленные бореальными (D47–49) и гемибореальными (D55–56) сосновыми лесами (табл. 2).

Таким образом, в пределах изучаемой территории было выделено три зональных класса формаций: хвойные бореальные, широколиственно-хвойные гемибореальные, широколиственные и смешанные неморальные леса, а также два незональных класса формаций: мелколиственные и аллювиальные леса. При этом следует отметить, что аллювиальные леса могут сочетаться с разными классами формаций, так как в зависимости от их эколого-географического положения сочетают в своем составе характерные виды перечисленных зональных классов формаций.

Таблица 1

Единицы растительного покрова на Карте потенциальной растительности Европы (Bohn et al., 2004) для биома восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов

Индекс	Формации
D8	Скандинавско-Восточноевропейские еловые (*Picea abies*, на востоке *P. abies* × *P. obovata*) леса местами с *Tilia cordata* и *Corylus avellana*, с кустарниками и кустарничками и мхами (*Oxalis acetosella, Melica nutans, Vaccinium myrtillus, Rhytidiadelphus triquetrus*, местами *Anemone nemorosa, Hepatica nobilis*)
D12	Приуральские пихтово-еловые (*P. abies* × *P. obovata, P. obovata, Abies sibirica*) и елово-пихтовые леса местами с подлеском из *Tilia cordata* с несомкнутым моховым покровом травяно-кустарничковые и травяно-папоротниковые (*Dryopteris carthusiana, D. filix-mas, D. dilatata, Calamagrostis obtusata, Cacalia hastata*) с участием неморальных видов (*Actaea spicata, Stellaria holostea, Asarum europaeum, Pulmonaria obscura*)
D19	Балтийско-Северозападно-Сарматские широколиственно-еловые (*Picea abies, P. abies* × *P. obovata, Tilia cordata, Acer platanoides, Quercus robur*) с *Corylus avellana, Euonymus verrucosa* неморальнотравяные (*Lamium galeobdolon, Stellaria holostea*) и еловые неморальнотравяные сложные леса.
D20	Вятско-Предуральские пихтово-еловые со вторым ярусом из *Tilia cordata* и *Ulmus glabra* неморальнотравяные (*Lathyrus vernus, Asarum europaeum, Galium odoratum*) леса.
D21	Прикамско-Южноуральские широколиственно-пихтово-еловые неморальнотравяные леса с участием сибирских видов.
D47	Восточноевропейские гидрофитные сосновые (*Pinus sylvestris*) долгомошно-сфагновые леса с *Betula pubescens*, с кустарничками (*Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, Ledum palustre*), *Equisetum sylvaticum* и мхами (*Sphagnum angustifolium, S. russowii*).
D48	Восточноевропейские сосновые леса с *Picea abies, P. obovata*, кустарничками, мхами и лишайниками, в сочетании с сосновыми лесами с *Betula pubescens* на полуболотных почвах и верховыми и переходными сфагновыми болотами.
D49	Бореальные и гемибореальные Восточноевропейские псамофитные сосновые леса травяно-кустарничковые (*Vaccinium vitis-idaea, Rubus saxatilis, Calamagrostis epigejos, Dianthus arenarius*) с *Pulsatilla patens, Festuca ovina, Koeleria glauca, Thymus serpyllum.*
D 55	Восточноевропейские сосновые леса местами с *Quercus robur, Tilia cordata*, с *Chamaecytisus ruthenicus*, местами со степными видами (*Pulsatilla patens, Veronica spicata*), часто с *Picea abies.*
D56	Восточноевропейские сосновые (*Pinus sylvestris*) сложные леса с *Quercus robur, Tilia cordata*, с *Chamaecytisus ruthenicus*, в сочетании с гидрофитными сосновыми лесами и верховыми болотами.
D57	Юго-Восточноевропейские ксерофитные сосновые и дубово-сосновые сложные леса с *Prunus fruticosa, Genista tinctoria, Filipendula vulgaris*, на карбонатных почвах со степными видами (*Stipa pennata, Festuca valesiaca*).
F13	Восточноевропейские сосново-дубовые (*Pinus sylvestris, Quercus robur*) леса с *Tilia cordata*, местами с *Picea abies*, с *Euonymus verrucosa, Potentilla alba, Chamaecytisus ruthenicus*.
F70	Восточноевропейские дубовые и липово-дубовые (*Quercus robur, Tilia cordata*) леса, местами с *Picea abies* неморальнотравяные (*Ranunculus cassubicus, Lathyrus vernus, Viola mirabilis, Asarum europaeum, Lamium galeobdolon, Galium odoratum, Pulmonaria obscura, Dryopteris filix-mas*) с участием боровых элементов.
S2	Североевропейские кустарничково-сфагновые верховые болота с *Sphagnum fuscum, Calluna vulgaris, Chamaedaphne calyculata, Pinus sylvestris.*
S9	Североевропейские кустарничково-сфагновые верховые болота с *Calluna vulgaris, Empetrum nigrum, Trichophorum cespitosum* subsp. *cespitosum, Sphagnum magellanicum.*
S12	Североевропейские сосново-кустарничково-сфагновые и пушицево-кустарничково-сфагновые болота с *Pinus sylvestris, Ledum palustre, Chamaedaphne calyculata, Sphagnum magellanicum.*
S20	Европейско-Западносибирские березово-сосновые и березовые (*Betula pubescens* agg., *Pinus sylvestris*) болота с *Betula nana*, кустарничково-осоково-сфагновые (*Chamaedaphne calyculata, Carex lasiocarpa, Sphagnum flexuosum, S. centrale, S. magellanicum*).
S23	Европейско-Западносибирские осоково-моховые болота с *Carex lasiocarpa, C. limosa, C. rostrata, Calamagrostis stricta, Equisetum fluviatile, Scorpidium scorpioides, Calliergon giganteum, Drepanocladus* spp., *Sphagnum warnstorfii.*
T1	Черноольховые (*Alnus glutinosa*), местами с *Betula pubescens, Salix cinerea, S. pentandra, Picea abies*, часто в сочетании с ольхово-ясеневыми лесами (*Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa*) болотнокрупнотравные леса.
T4	Березовые (*Betula pubescens*), с участием *Pinus sylvestris*, часто в сочетании с черноольховыми (*Alnus glutinosa*), дубово-березовыми (*Quercus robur, Betula pubescens*) заболоченные леса.
U5	Бореальные еловые, дубовые и смешанные широколиственные (*Alnus incana, A. glutinosa, Betula pubescens, Picea abies* × *P. obovata*) пойменные леса и ивняки (*Salix viminalis, S. acutifolia*).
U6	Предуральские южнобореальные хвойные (*Picea obovata, Abies sibirica*) с участием *Quercus robur* и *Tilia cordata* и широколиственно-хвойные (*Alnus incana, A. glutinosa, Betula pubescens, Picea obovata*), а также ивняки (*Salix viminalis, S. acutifolia).*
U10	Восточноевропейские неморальные дубовые (*Quercus robur*) леса в сочетании с черноольшаниками (*Alnus glutinosa*) и ивняками (*Salix acutifolia, Salix triandra, Salix viminalis*).
U11	Волынско-Полесские пойменные дубовые леса (*Quercus robur*) в сочетании с черноольшаниками (*Alnus glutinosa*) и ивняками (*Salix acutifolia*).
U12	Восточно-Сарматские неморальные дубовые с вязом (*Quercus robur, Ulmus laevis*) леса с *Matteuccia struthiopteris* в сочетании с тополево-ивняковыми (*Populus nigra, Salix alba*), ивняками (*Salix acutifolia, Salix triandra, Salix viminalis*) и черноольшаниками (*Alnus glutinosa*).

Таблица 2

Соответствие типологических единиц легенды карты и высших синтаксономических единиц эколого-морфологической классификации

Классы формаций	Группы формаций	Количество типологических единиц	Индекс типологической единицы на карте
Хвойные бореальные леса	Еловые, пихтово-еловые, сосновые	5	D8; D12; D47; D48; D49
Широколиственно-хвойные гемибореальные леса	Широколиственно-еловые, пихтово-еловые с липой и вязом, широколиственно-пихтово-еловые, елово-сосновые с дубом и липой, сосновые с дубом и липой, дубово-сосновые	6	D19; D20; D21; D55; D56; D57;
Широколиственные и смешанные неморальные леса	Дубовые с елью и сосной, дубовые, липово-дубовые, дубовые с вязом	2	F13; F70
Мелколиственные леса	Черноольховые, пушистоберезовые	2	T1;T4;
Аллювиальные	Дубовые с черной ольхой, дубовые с вязом, ивняки, тополево-ивняковые	5	U5; U6; U10; U11; U12

Согласно номенклатурным названиям высших синтаксонов эколого-флористической классификации (Заугольнова, Морозова, 2004) эти единицы соответствуют пяти классам: ***Vaccinio-Piceetea*** Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939, ***Vaccinietea uliginosi*** Tx. 1955, ***Querco-Fagetea*** Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em. Klika 1939, ***Alnetea glutinosae*** Br.-Bl. et Tx. 1943, ***Salicetea purpurea*** Moor 1958.

Разнообразие на уровне крупных единиц лесной растительности, выделенных нами на основе анализа карты потенциальной растительности, в различных классификационных системах дает общее представление о типологическом разнообразии лесных экосистем. Характерной чертой лесного покрова биома является совмещение различных классов растительности, что обуславливает повышенное типологическое разнообразие. В пределах выделенных биорегионов прослеживается сложный узор из зональных, экстра- и интразональных типологических единиц, что определяется сочетанием различных форм рельефа и пестрым составом почвообразующих пород, обуславливающих большое разнообразие местообитаний. При этом необходимо отметить, что для Приуральского биорегиона, учитывая особенности его ландшафтной структуры, сведения о типологическом разнообразии приводятся только для равнинной части. Анализ региональной специфики состава типологических спектров дает возможность выявить следующие различия в растительном покрове биома. Каждый биорегион характеризуется определенным набором типологических единиц растительности, соотношение площадей которых существенно варьирует (рис).

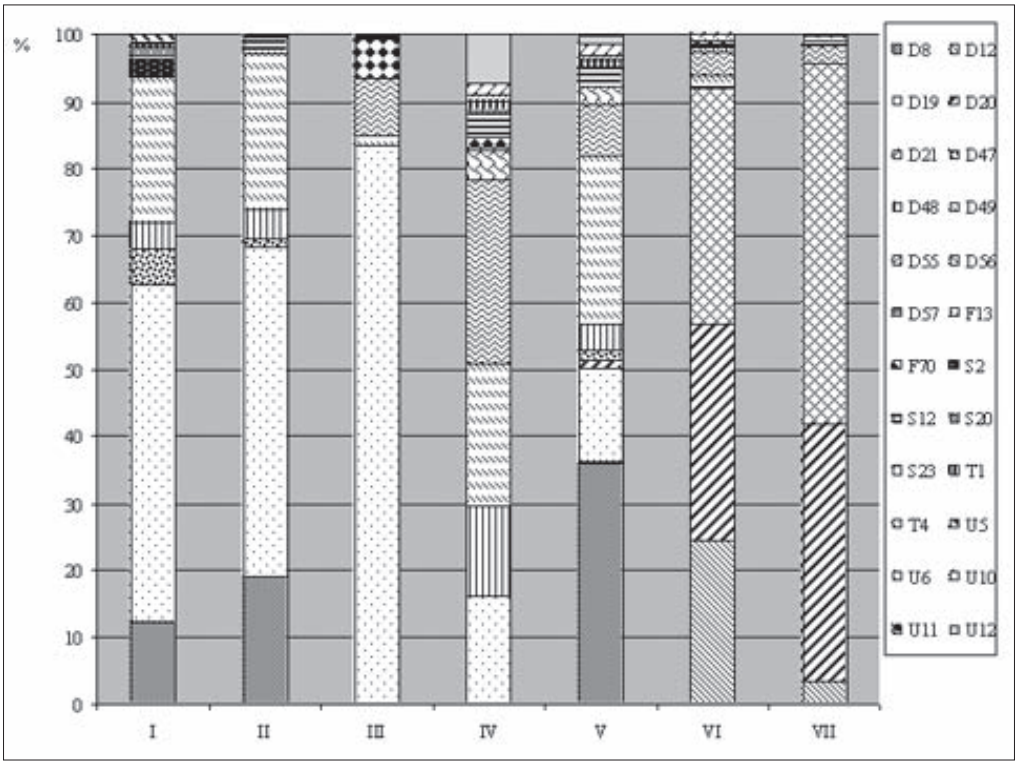


Рис. Структура растительного покрова биорегионов (в процентах от занимаемой площади по данным Карты потенциальной растительности Европы).

Биорегионы: I — Северо-Западный, II — Валдайский, III — Смоленско-Московский, IV — Мещерский, V — Верхневолжский, VI — Вятско-Камский, VII — Приуральский; D8–U12 — индексы картографируемых единиц.

Для региональных комплексов типов леса Северо-Западного, Валдайского, Смоленско-Московского, Вятско-Камского и Приуральского биорегионов характерно преобладание зональных типов еловых и замещающих их к востоку пихтово-еловых неморальнотравяных сложных и собственно широколиственно-еловых и широколиственно-пихтово-еловых лесов, на долю которых приходится от 45 до 84 % площади соответствующих биорегионов. Напротив, в Верхневолжском и Мещерском биорегионах на их долю приходиться около 16 % и 14 % площади. В Верхневолжском биорегионе фоновыми являются бореальные еловые (37.3 %), преимущественно кустарничково-зеленомошные и бореальные сосновые (31.6 %) леса, среди которых встречаются все типы — от лишайниковых до сфагновых. Региональный комплекс лесов Мещерского биорегиона резко выделяется по преобладанию в нем бореальных сосновых (35.3 %) и широколиственно-сосновых (31.6 %) лесов. Каждый биорегион характеризуется наличием некоторых специфичных (преимущественно азональных) региональных типов сообществ, связанных с локальными почвенно-геоморфологическими условиями.

Структура растительного покрова и типологические спектры в пределах выделенных биорегионов существенно отличаются друг от друга, чаще всего эти отличия проявляются в количественном соотношении основных типов лесов, что вполне отвечает диагностическим признакам, которые принимаются при выделении хорологических единиц региональной размерности (Ильина, Кобелева, 1989; и др.). При этом следует учитывать, что количество типов выделов потенциального растительного покрова существенно отличается от современного разнообразия лесных экосистем этой территории. Однако, по нашему мнению, эти характеристики можно использовать для оценки экологической составляющей биоразнообразия, а также для обоснования стратегии улучшения земельного фонда в соответствие с экологическим потенциалом земель.

Список литературы

Булдакова Е. В. 2009. Анализ экосистемного разнообразия биома восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов // География и природные ресурсы. № 1. С. 81–88. — *Ильина И. С., Кобелева Н. В.* 1989. Количественный анализ карт природы с целью районирования: на примере геоботанической карты Среднего Приобья. Л. 276 с. — *Заугольнова Л. Б., Морозова О. В.* 2004. Распространение и классификация неморально-бореальных лесов // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М. Кн. 2. С. 13–62. — *Огуреева Г. Н., Булдакова Е. В.* 2006. Разнообразие лесов Клинско-Дмитровский гряды в связи с ландшафтной структурой территории // Лесоведение. № 1. С. 58–69. — *Огуреева Г. Н., Даниленко А. К., Леонова Н. Б., Румянцев В. Ю.* 2004. Биомное разнообразие и экорегионы России // География, общество, окружающая среда. Природные ресурсы, их использование и охрана. М. Т. 3. С. 392–398. — *Bohn U. , Golub G., Hettwer C., Neuhuslov Z., Raus Th., Schlüter H., Weber H. [Eds.].* 2004. /Map of the Natural Vegetation of Europe. Sc. 1 : 2 500 000. Bonn. Interactive. 9 scheets. — *Olson D. M., Dinerstein E., Wikramanayake E., Burgess N. et al.* 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth // BioSience. Vol. 51. № 11. С. 933–938. — *Painho M., Augusto G.* 2005. A Digital Map of European Ecological Regions // Application and Analysis of the Map of the Natural Vegetation of Europe. Bonn. P. 27–36.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛАЗОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ИМ. Л. Г. КАПЛАНОВА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

С. В. Дудов

Кафедра биогеографии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, 1. E-mail: serg.dudov@gmail.com

Ключевые слова: *картографирование, растительность, ООПТ, Дальний Восток.*

Картографирование является важной составляющей изучения растительного покрова особо охраняемых природных территорий.

Сложная пространственно-временная структура растительного покрова должна отражаться в структуре легенды карты, состоящей из соподчиненных таксонов, при построении которой необходимо опираться на классификационную схему растительности. В эту схему должно укладываться все многообразие растительных сообществ, включая коренные сообщества, а также их производные модификации, связанные с экологическими условиями разнообразных местообитаний. При построении легенды важен также эколого-географический подход при соподчинении выделенных таксонов, обеспечивающий отображение природной специфики структуры растительного покрова.

Территория исследования — Лазовский заповедник им. Л. Г. Капланова — располагается на восточном макросклоне Южного Сихотэ-Алиня. Климат умеренный муссонный: среднегодовая температура воздуха +2.4...2.7°; в год выпадает 700–800 мм осадков. По схеме ботанико-географического районирования, разработанной Б. П. Колесниковым (1963) до уровня районов, большая часть территории Лазовского заповедника попадает в Шкотовско-Сучанский горно-долинный округ Южно-Приморской (Маньчжурско-Приморской) провинции лиановых широколиственных и смешанных лесов с грабом сердцелистным, находясь, однако, близ его северо-восточной границы.

Растительный покров Лазовского заповедника характеризуется четко выраженной высотной поясностью. Приблизительно до 300 м над ур. м. выражен пояс дубовых лесов. До высот 700–800 м идет пояс широколиственных и кедрово-широколиственных лесов. Господствующими выступают формации дуба монгольского и кедра корейского, которые образуют длинный ряд весьма разнообразных по видовому составу и сложных по структуре лесных насаждений или сообществ. До высот 1100–1300 м поднимается пояс пихтово-еловых лесов. На наиболее высоких вершинах горных хребтов заповедника на высотах 1000–1379 м получает развитие пояс субальпийских редколесий и стлаников, где представлены заросли микробиоты перекрестнопарной (*Microbiota decussata*), пихтово-еловые и березовые (*Betula lanata*) редколесья, высокотравные луга с преобладание вейника (*Calamagrostis langsdorffii*). До образования заповедника в 1935 г. леса были значительно трансформированы рубками и пожарами. С 1951 по 1957 г. заповедник был закрыт, и на его территории велась заготовка древесины, поэтому в современном растительном покрове широко распространены производные фитоценозы.

Материалами работы послужили 200 авторских геоботанических описаний, выполненных по стандартной методике на пробных площадях 400 м^2 космические снимки высокого разрешения Landsat 7 и карты лесной таксации. Обработка описаний проводились в программах MS Excel, Juice, Twinspan. Дешифрирование космических снимков и построение карты было произведено в среде ArcGis 9.3.

В результате обработки описаний была составлена классификация растительности заповедника (Дудов, 2010), которая была положена в основу легенды карты (вклейка V). Для классификации был избран эколого-ценотический подход, детально разработанный в работе Д. Н. Сабурова (1972), и использованный в ряде работ по исследованию растительности Дальнего Востока (Крылов, 1984; Крестов, 1993). Критериями при выделении единиц низшего ранга — ассоциаций являются признаки растительных сообществ: флористический состав и характеристика древесного яруса. Описания были обработаны по методике Браун-Бланке (Александрова, 1969). В связи с значительным фитоценотическим разнообразием и широким распространением на территории заповедника производных растительных сообществ, сопоставление полученных при обработке блоков сопряженных описаний с разработанными для района исследований синтаксономическими схемами (Krestov at al., 2006) не проведено.

Серии выделены на основе групп сопряженных видов нижних ярусов. Внутри серий на основе состава древесного яруса были выделены группы ассоциаций и, реже, ассоциации. Серии объединены в циклы по группам сопряженных видов с учетом сходства жизненных форм. Циклы объединены в группы по положению в ряду увлажнения на основе диагностических видов. В результате проведенной классификации для исследуемых лесов было выделено 5 групп циклов — мезоксерофитная, ксеромезофитная, мезофитная, гигромезофитная, гигрофитная; 6 циклов, 26 серий и 32 группы лесных ассоциаций. Номенклатура растений приведена по С. К. Черепанову (1995).

Высшие таксоны легенды связаны с высотно-поясной структурой территории, проявляющейся в смене флороценогенетических комплексов. В легенде также нашла отражение динамика растительности, показанная через отображение на карте производных сообществ — березово-осиновых лесов на месте различных широколиственных, кедрово-широколиственных и темнохвойных лесов. Отображена также структура растительного покрова через сочетания сообществ — долинные комплексы. Всего легенда содержит 34 таксонов низшего ранга.

Необходимо отметить, что заповедник практически не располагает картографическими материалами, посвященным природным комплексам, поэтому созданная карта растительности может быть использована при дальнейших научных исследованиях. Предшествующая работа, в которой проведена классификация растительности и описаны растительные сообщества, была выполнена П. П. Жудовой (1967) и вышла более сорока лет назад. Она основана на полевых материалах середины XX в. Этим исследователем была выполнена первая карта растительности данной территории, которая не дошла до наших дней.

Легенда карты растительности Лазовского заповедника (масштаб 1 : 100 000)

Субальпийский пояс редколесий и кустарников

1. Сообщества микробиоты перекрестнопарной (*Microbiota decussata*) иногда в сочетании с редколесьями из березы шерстистой (*Betula lanata*) или ели аянской (*Picea ajanensis*)
2. Высокотравные вейниковые (*Calamagrostis langsdorffii*) луга с участием кустарников (*Lonicera caerulea, Rosa acicularis, Spiraea betulifolia*) с луговым разнотравьем (*Geranium eriostemon, Sanguisorba officinalis, Valeriana amurensis, Pteridium aquilinum*)
3. Каменноберезовые редколесья (вейниковые, микробиотовые)
4. Субальпийские еловые и пихтово-еловые леса и редколесья: бадановые (*Bergenia pacifica*), заманиховые (*Echinopanax elatum*), разнотравные с каменной березой

Пояс елово-пихтовых лесов

5. Пихтово (*Abies nephrolepis*) — еловые (*Picea ajanensis*) иногда с березой шерстистой, ольховником кустарниковым (*Dushekia fruticosa*), рябиной бузинолистной (*Sorbus sambucifolia*) зеленомошные
6. Пихтово-еловые и кедрово (*Pinus koraiensis*) — пихтово-еловые с участием березы ребристой (*Betula costata*), липы амурской (*Tilia amurensis*), с кленами бородчатым (*Acer barbinerve*) и желтым

(*A. ukurunduense*), чубушником тонколистным (*Philadelphius tenuifolius*) с актинидией коломиктой (*Actinidia kolomikta*)

7. Березовые (*Betula mandschurica*)**,** осиновые (*Populus davidiana*) и березово-осиновые на месте пихтово-еловых, еловых и елово-пихтово-кедровых лесов
8. Долинные пихтово-еловые кустарниковые высокотравные гигромезофитного широкотравного цикла иногда с кедром, ильмом вырезным (*Ulmus laciniata*), ясенем маньчжурским (*Fraxinus mandshurica*) леса в сочетании с тополевыми (*Populus maximoviczii, P. coreana*) и тополево-чозениевыми (*Chosenia arbutifolia*) лесами

Пояса дубовых, кедрово-широколиственных и широколиственных лесов

Леса мезоксерофитного цикла

9. Кедрово-дубовые (*Quercus mongolica*) (сухие кедровники) с рододендроном (*Rhododendron mucronulatum*), изредка с можжевельником твердым (*Juniperus rigida*), с разреженным напочвенным покровом (*Carex nanella, Melampyrum setaceum*)
10. Дубовые рододендроновые
11. Дубовые остепненные (*Carex nanella, Festuca ovina, Koeleria cristata*)

Леса ксеромезофитного цикла

12. Дубовые разнотравные (*Atractylodes ovata, Artemisia keiskeana, Galium platygalium, Potentilla fragarioides, Carex lanceolata, Pteridium aquilinum*)
13. Дубовые леспедециевые (*Lespedeza bicolor*) разнотравные иногда с участием липы амурской (*Tilia amurensis*) и березы даурской (*Betula davurica*)
14. Дубовые с разреженным напочвенным покровом ластовнево-хлорантовые с кленом моно, липой амурской, липой Такэ (*Tilia taquetii*), ясенем маньчжурским
15. Дубовые разнолистнолещиновые (*Corylus heterophylla*)

Леса мезофитного лещинового цикла

16. Кедрово-дубовые, кедрово-широколиственные лещиновые (*Corylus mandschurica*) с участием липы амурской, клена моно (*Acer mono*), березы ребристой
17. Дубовые лещинные разнотравные

Леса мезофитного неморальнокустарникового цикла

18. Кедрово-широколиственные кленовые лещиновые с липой амурской, кленом моно, кленом ложнозибольдтовым (*Acer pseudosieboldianum*), кленом бородчатым
19. Кедрово-широколиственные с желтой березой кленовые (*Acer barbinerve, A. ukurunduense*) чубушниковые
20. Дубовые с диморфантом (*Kalopanax septemlobum*), иногда с липой амурской (*Tilia amurense*), березой даурской (*Betula dahurica*), кленом ложнозибольдтовым
21. Березовые, осиновые и березово-осиновые на месте широколиственных и кедрово-широколиственных лесов

Леса гигромезофитного широкотравного цикла

22. Долинные дубовые с широколиственными породами (*Fraxinus rhynchophylla, F. mandshurica, Ulmus japonica*), иногда с какалией (*Cacalia auriculata*) и хлорантом (*Chlorantus japonicus*)
23. Долинные полидоминантые широколиственные (*Fraxinus mandshurica, Ulmus japonica, Phellodendron amurense, Juglands mandshurica*) кустарниковые (*Lonicera ruprechtiana, Eleutherococcus senticosus*)

Долинные ряды

24. Кедрово-широколиственные / широколиственные / тополево-чозениевые / приречные ивовые заросли (*Salix udensis, S. schwerinii, S. gracilistyla, S. rorida*) / галечники с разреженной растительностью
25. Долинно-дубовые с кленом приречным (*Acer ginnala*) папоротниково-осоковые / широколиственные (*Fraxinus mandshurica, Ulmus japonica, Juglands mandshurica*) **/** тополево-чозениевые / приречные ивовые и ольховые (*Alnus hirsuta*) заросли

Внепоясная растительность

26. Каменистые россыпи с лишайниками, иногда с зарослями бадана тихоокеанского (*Bergenia pacifica*) и багульника крупнолистного (*Ledum macrophyllum*)

Список литературы

Александрова В. Д. 1969. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в различных геоботанических школах. Л. 275 с. — *Дудов С. В.* 2010. Ценотическое разнообразие пояса широколиственных и кедрово-широколиственных лесов Лазовского заповедника им. Л. Г. Капланова // Состояние особо-охраняемых природных территорий Дальнего Востока: (материалы науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Лазовского заповедника, Лазо, 28–29 сентября 2010 г.) Владивосток. С. 89–105. — *Жудова П. П.* 1967. Растительность и флора Судзухинского государственного заповедника Приморского края // Труды Сихотэ-Алинского гос. заповедника. Вып 4. С. 5–245. — *Колесников Б. П.* 1963.Геоботаническое районирование Дальнего Востока и закономерности размещения его растительных ресурсов // Вопр. географии Дальнего Востока. № 6. С. 158–182. — *Крестов П. В.* 1993.

Эколого-фитоценотическая характеристика лесов широколиственно-лесного пояса в бассейне реки Большая Уссурка (Приморский край) // Бот. журн. Т. 78. № 4. С. 116–122. — *Крылов А. Г.* 1984. Жизненные формы лесных фитоценозов. Л. 181 с. — *Сабуров Д. Н.* 1972. Леса Пинеги. Л. 173 с. — *Черепанов С. К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 990 с. — *Krestov P. V., Song J. -S., Nakamura Y., Verkholat V. P.* 2006. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia // Phytocoenologia. Vol. 36. N 1. P. 77–150.

ТРЕНДЫ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГОРСКОГО ПОЛУОСТРОВА ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ — СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННЫХ И ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. В. Елсаков, Е. Е. Кулюгина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
167000, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28. E-mail: elsakov@ib.komisc.ru, kulugina@ib.komisc.ru

Ключевые слова: *растительность, дистанционные методы, картографирование.*

Несмотря на то, что растительный покров восточной части Большеземельской тундры является достаточно обследованным в Российской Арктике (Ребристая, 1977), опубликованные в печати сведения о растительности хр. Пай-Хой и прилегающих территорий малочисленны. Среди них особый интерес вызывает работа В. Н. Андреева (1935), характеризующая растительный покров территории, его зональные особенности, и предлагающая вариант геоботанического районирования. Данная работа стала «точкой отсчета» для выявления направленности процессов трансформации фитоценозов под влиянием климатических и погодных флуктуаций и усилившегося хозяйственного влияния последних десятилетий.

Развитие технологий спутникового мониторинга, создание банков данных разновременных изображений позволили не только существенно расширить возможности оценки причин пространственного распределения и своеобразия фитоценозов, но и подойти к вопросу анализа трендов их климатогенных изменений. Так, привлечение материалов спутниковой съемки позволило выполнить типологию растительного покрова и картирование оленьих пастбищ Югорского полуострова (Лавриненко, 2010). Предметом настоящего исследования стал анализ временных изменений растительного покрова за последние десятилетия, как возможной реакции на региональные климатические и погодные флуктуации.

Исследуемая территория в соответствии с геоботаническим подразделением В. Д. Александровой (1977) относится к Урало-Пайхойской подпровинции Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр. В широтном отношении она приурочена к субарктическим тундрам: средним (Александрова, 1977) или северным (Грибова, 1980) или к типичным тундрам (Матвеева, 1998). Согласно геоботаническому районированию В. Н. Андреева (1935) модельная территория — участок низменности р. Ою, включен в подзону моховых тундр и осоковых болот, которая занимает большую часть Югорского полуострова. Здесь наблюдается сплошное распространение многолетнемерзлых пород. Растительность в районе исследований представлена травяно-моховыми, кустарничково-моховыми, кустарничково-мохово-лишайниковыми, разнотравно-мохово-ивняковыми (в различной степени сомкнутости кустарникового яруса) и луговинными сообществами. В. Н. Андреев (1935) выделял здесь следующие формации: лишайниковую, моховую, луговинную, редкоивняковую, низинных болот, каменисто-щебнистых тундр.

На основании материалов спутниковых изображений *Landsat* (1973–2010) и полевых геоботанических исследований, выполненных в 2010 г. в междуречье рр. Васьяхи и Янгарей (район горы Малая Падея), аэровизуальных вертолетных наблюдений, выполнена управляемая поэтапная классификация растительного покрова, позволяющая провести тематическое геоботаническое картирование территории в масштабе 1 : 100 000.

В пределах ключевого участка описания были разделены на группы, соответствующие доминирующим контурам земной поверхности, выделяемым по спутниковым изображениям:

1. Горные массивы (гольцы).

2. Водные поверхности (озера, реки, протоки, ручьи).

3. Осоково-моховые болота и осочники занимают наибольшие площади. Приурочены в основном к протяженным по площади выровненным пространствам между холмами, берегам термокарстовых озер, занимая высоты 187–204 м над ур. м. Доминируют *Carex aquatilis* и зеленые мхи, в сообществах постоянны виды разнотравья: *Caltha arctica, Cardamine pratensis, Eriophorum polystachion, Petasites frigidus, Comarum palustre.*

4. Ивняки густые средне- и высокорослые сосредоточены в низинных выположенных пространствах между холмами, нижних частях склонов, вдоль водотоков. Высота кустарников и сомкнутость максимальна для данного участка (1–1.7 м и 0.8–1 соответственно). Под пологом ив преобладают осоки, разнотравье, мхи. Основными ценозообразователями являются *Salix glauca, S. lanata, S. phylicifolia.* Из осок и разнотравья наиболее постоянны *Carex aquatilis, Equisetum arvense, Bistorta vivipara, Polemonium acutiflorum* и др.

5. Ивняки разреженные приурочены к нагорным плато, верхним и склоновым частям холмов средних по высоте. Высота ив до 30–50 см и сомкнутостью до 0.6. В нижних ярусах обильны разнотравье, злаки, мхи. Доминируют в сообществах *Salix glauca, S. lanata, S. phylicipholia.* Из осок и разнотравья наиболее постоянны *Carex arctosibirica, Equisetum arvense, Bistorta vivipara* и др.

6. Моховые тундры разнообразны по своему составу и включают сообщества с участием злаков, разнотравья, кустарничков, осок. Моховой покров развит хорошо (до 8–10 см) с преобладанием в нем *Hylocomium splendens* и других видов зеленых мхов. В ландшафте такие сообщества приурочены к невысоким буграм (200–215 м над ур. м.). Доминирует в них *Carex arctisibirica*, часто обильны: *Salix nummularia, S. polaris*, *S. reticulata*, *Vaccinium vitis-idaea,* кроме них — *Dryas octopetala*, *Bistorta vivipara.* Обычна примесь различных видов разнотравья (*Hedysarum arcticum, Valeriana capitata, Luzula frigida* и др.), злаков (*Festuca ovina, Calamagrostis lapponica, Arctagrostis latifolia, Poa alpigena, P.a arctica*).

7. Сообщества с доминированием лишайников отмечены только на наиболее высоких буграх возле реки и непосредственно на хребте (250–330 м над ур. м.). Эти мохово-лишайниково-кустарничковые тундры формируют: *Salix nummularia, Vaccinium vitis-idaea,* в напочвенном покрове — мхи рода *Racomitrium* и лишайники: *Sphaerophorus globosus, Flavocetraria cuculata, Thamnolia vermicularis, Stereocaulon* sp. Их характерной особенностью является присутствие *Betula nana*, в других сообществах ключевого участка этот вид отсутствует.

8. Луговины встречаются на выровненных плакорных пространствах и перемежаются с ивняками. Они могут быть злаково-осоковыми, разнотравно-злаковыми, разнотравно-осоковыми, но всегда с большим обилием мхов от 20 до 100 %. Такие фитоценозы занимают небольшие площади, но достаточно регуляры в том числе и по берегам реки и ручьев, озер. К доминирующему комплексу видов относятся: *Carex aquatilis, Calamagrostis lapponica, Alopecurus pratensis, Polemonium acutiflorum.* Для них характерно присутствие лишайников рода *Peltigera.*

Использование подобранных серий разновременных изображений Landsat 30-м разрешения не позволило установить устойчивых межгодовых изменений характеристик растительного покрова. В большинстве случаев причиной вариабельности показателей были погодные флуктуации, различия в фенологическом развитии растений для разных лет. Поэтому, с целью выявления устойчивых трендов изменений естественных сообществ, наблюдаемых в течение последних десятилетий на территории Югорского полуострова, были составлены временные композиты нормализованного разностного индекса растительного покрова (*NDVI*), спутника среднего разрешения Terra-MODIS с пространственным разрешением 0.25 км, периодом наблюдений 2000–2010 гг. и доступностью съемки 2 раза в день. Индекс *NDVI* широко используется для оценки распределения надземной фитомассы, Для каждого года изображения выбирались максимальные значения (величины достигали максимума в конце июля). На основании полученных величин для каждого элемента изображения рассчитывали тренды изменений индекса NDVI за 10-летний период наблюдений и выявляли общий тренд изменений данного показателя. Для отдельных участков территории, представленных преимущественно ивняками выявлены устойчивые, положительные, статистически значимые тренды роста показателя. Сопоставление полученных результатов с ранее выполненными наблюдениями за изменениями криогенных ландшафтов территории (Елсаков, Марущак, 2011) позволяют связать рост продуктивности ивняков с увеличением глубины протаивания сезонно-талого слоя, ростом температуры верхней кровли многолетне-мерзлых пород, отмечаемым в последние десятилетия. Экосистемы Югорского полуострова с 1988 по 2000 гг. демонстрируют существенный отклик на рост температурных показателей. Так, изменения, выявленные на Югорском полуострове в данный временной интервал, затронули 66.7 % от всех зафиксированных изменившихся за период 1973–2010 гг. термокарстовых озер.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ «Влияние климатических изменений на биоценозы ненарушенных территорий российского Севера» (проект № 10-04-92514-ИК_а) и междисциплинарного проекта фундаментальных исследований Уральского отделения РАН «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала».

Список литературы

Александрова В. Д. 1977. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л. 189 с. — *Андреев В. Н.* 1935. Растительность и природные районы восточной части Большеземельской тундры // Тр. Полярной комиссии. Вып. 22. М.; Л. 97 с. — *Грибова С. А.* 1980. Тундры // Растительность европейской части СССР. Л. С. 29–70. — *Елсаков В. В., Марущак И. О.* Межгодовые изменения термокарстовых озер северо-востока европейской России // Исследования Земли из космоса. № 3. 2011. [В печати]. — *Лавриненко И. А.* 2010. Картирование растительности оленьих пастбищ Югорского полуострова с использованием дистанционных методов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М. Вып. 7. Т. 1. С. 246–253. — *Матвеева Н. В.* 1998. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. 220 с. — *Ребристая О. В.* 1977. Флора востока Большеземельской тундры. Л. 334 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АЛАСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)

А. И. Захарова[1], М. М. Черосов[2], П. А. Гоголева[3], Е. В. Аммосова[3]

[1] Профессиональный лицей № 7
677000, Якутск, ул. Дзержинского, 49/1

[2] Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
677000, Якутск, пр. Ленина, 41. E-mail: cherosov@mail.ru

[3] Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Амосова
677000, Якутск, ул. Белинского, 58. E-mail: sedum@mail.ru, kataammosova@mail.ru

Ключевые слова: *аласные сообщества, ГИС технологии.*

На изучаемую территорию около с. Майя Мегино-Кангаласского р-на (улуса) Республики Саха (Якутия), которая представляет собой типичный аласный регион, достаточно разнообразный как по природным, так и по антропогенным факторам, имеется ряд картографических произведений различного характера — от мелкомасштабных карт в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989) до крупномасштабных карт сенокосов и пастбищ, лесоустроительные материалы. Это позволяет проводить работы по изучению структуры растительного покрова одной и той же территории в различных масштабах.

Подходы симфитосоциологии, которые применяются в направлении Браун-Бланке для отображения сочетаний и комплексов сообществ, в России используются не столь часто, но на территории Якутии такая работа проведена по аласам Центральной Якутии (Гоголева и др., 1987). Это делает возможным в перспективе наряду с традиционными технологиями по созданию карт растительного покрова использовать также и подходы по отображению сигма-единиц.

В данном сообщении приводятся первые результаты картографирования растительного покрова с применением ГИС-технологий и дешифрирования по данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ), уточнению мелкомасштабной карты растительности из «Атласа сельского хозяйства ЯАССР» (1989) и определению роли сигма-единиц аласной растительности в картируемых единицах.

Исходный участок карты представлен на рис. 1.

Рис. 1. Фрагмент карты растительности Якутии (м. 1:5000 000) на изучаемую территорию.
Нумерация контуров на рис. 1 и рис. 3 соответствует номерам легенды.

Легенда карты представляет собой следующие геоботанические подразделения.

Интразональная растительность

Растительность речных долин

С преобладанием среднетаежных лиственничных (*Larix gmelinii, L. cajanderi*) лесов

1. Брусничные и травяные (*Calamagrostis langsdorffii, Poa pratensis, Equisetum pratense*) в сочетании с твердоватоосоковыми степями

Зональная растительность

Среднетаежные леса

Лиственничные (*Larix gmelinii, L. cajanderi*)

3. Лимнасовые (*Limnas stelleri*) брусничные в сочетании с лиственничными ольховниковыми брусничными лесами, участками аласных злаковых (*Calamagrostis langsdorffii)* и осоковых (*Carex juncella*) лугов

4. Брусничные разнотравные (*Pyrola incarnata, Thalictrum minus*) в сочетании с аласными злаковыми (*Alopecurus arundinaceus, Calamagrostis langsdorffii*) лугами

Сосновые (*Pinus sylvestris*)

2. Толокнянковые лишайниковые (*Cladina stellaris, Cetraria cucullata*) в сочетании с лиственничными брусничными лесами

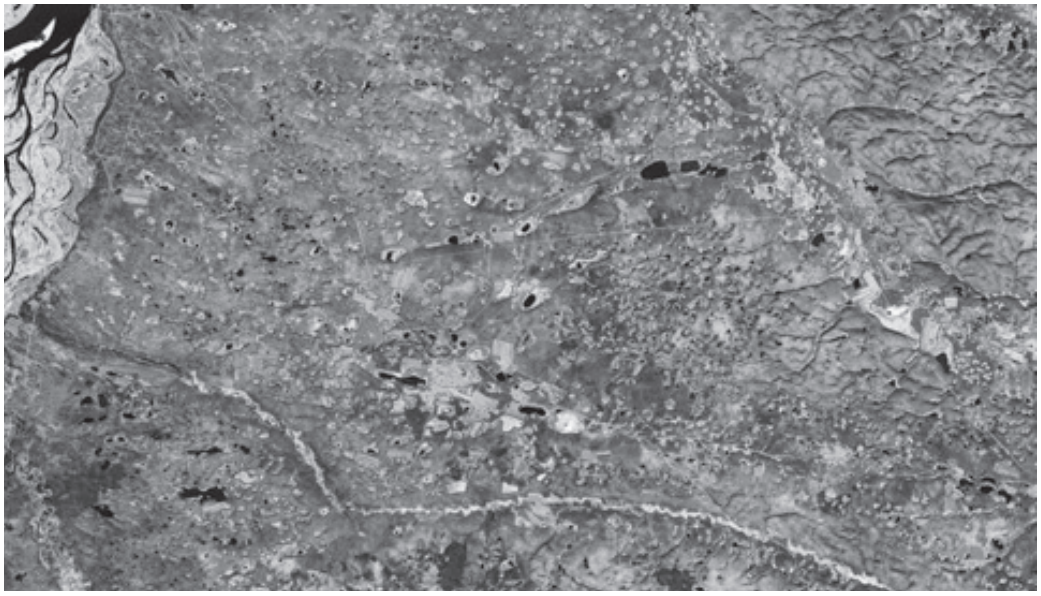


Рис. 2. Фрагмент космического снимка Landsat 3 на исследуемую аласную территорию.

5. С лиственницей брусничные разнотравные (*Pulsatilla flavescens*) в сочетании с лиственничными толокнянковыми, брусничными лесами

Березовые (*Betula pendula, B. pubescens*)

6. Брусничные разнотравные (*Pyrola incarnata, Thalictrum minus*) в сочетании с лиственничными брусничными лесами

Как видно из легенды, аласная растительность имеется в подразделениях 3, 4 (лиственничные леса) и непосредственно вблизи от очагов сельскохозяйственного освоения (район села Майя, долинные комплексы мелких рек, крупные аласные системы).

В нашем распоряжении имеются космические снимки Landsat 3, которые позволяют провести корректировку контуров, используя имеющиеся данные, а также опираясь на вышеприведенную легенду. Фрагмент представлен на рис. 2.

Аласы — это концентрической формы ландшафты, образующиеся в результате таяния многолетнемерзлых горных пород, при этом постепенно образуется травянистая растительность вокруг озер. Текстура снимка — один из самых четких признаков аласной растительности в целом. Как видно из текстуры снимка (рис. 2), аласы практически везде занимают достаточные площади. Уменьшается площадь аласов только к северо-востоку участка, т. е. в части 4 подразделения (брусничные разнотравные лиственничные леса (*Pyrola incarnata, Thalictrum minus*) в сочетании с аласными злаковыми (*Alopecurus arundinaceus, Calamagrostis langsdorffii*) лугами), т. е. в легенде указано, наоборот, на увеличение роли аласных лугов до уровня «сочетания». Полевые данные изучения сигма-единиц аласной растительности также свидетельствуют о большой доле аласов на изучаемой территории.

С помощью ДДЗЗ и сигма-синтаксонов нами уточнен участок карты растительности масштаба 1 : 5 000 000 по изучаемой территории (рис. 3), что позволяет в перспективе получить точные данные по структуре растительного покрова, провести типизацию территории с применением сигма-синтаксонов. Как видно из сравнения рис. 3 и рис. 1, изменились все контура. Это является подтверждением того, что любые карты растительности в ходе применения ДДЗЗ и ГИС технологий будут существенно корректироваться, что позволит в перспективе получить более точные картографические произведения и точнее выявить закономерности растительного покрова территорий.

Рис. 3. Фрагмент обновленной карты растительности изучаемой территории (м. 1 : 5 000 000) (использованы «искусственные» цвета).
Нумерация контуров на рис. 1 и рис. 3 соответствует номерам легенды.

Список литературы

Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. 1989. М. 115 с. — *Гоголева П. А., Кононов К. Е., Миркин Б. М., Миронова С. И.* 1987. Синтаксономия и симфитосоциология растительности аласов Центральной Якутии. Иркутск. 176 с.

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ДЕСНЯНСКО-СТАРОГУТСКИЙ» ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

А. А. Корнус[1], Е. Г. Кутявин[2]

[1] Сумский государственный педагогический университет им. А. С. Макаренко
40002, Украина, Сумы, ул. Роменская, 87. E-mail: a_kornus@ukr.net

[2] Национальный природный парк «Деснянско-Старогутский»
41100, Украина, Сумская обл., Середина-Буда, ул. Новгород-Северская, 62. E-mail: nppds@unet.net.ua

Ключевые слова: *карта растительности, космическая съемка, Деснянско-Старогутский национальный природный парк.*

Национальный природный парк «Деснянско-Старогутский» (НППДС) создан 23 февраля 1999 г. в Середино-Будском р-не Сумской области на площади 16215.1 га. Из этих земель 7272.6 га предоставлено парку в постоянное пользование, а остальные входят в его состав без изъятия у землепользователей.

В системе физико-географического районирования Украины территория НППДС принадлежит к Придеснянскому (Шосткинскому) району Новгород-Северской физико-географической области Украинского Полесья. Это вытянутая с севера на юг террасная низменность долины р. Десна, которая заканчивается на востоке высокой древнеантропогеновой террасой и граничит с Полесским (Ямпольским) и Путивльско-Глуховским районами отрогов Среднерусской возвышенности (Физико-географическое…, 1968).

В системе геоботанического районирования Украины (Геоботанічне…, 1977) территория НППДС принадлежит к Шосткинскому району сосновых зеленомошных лесов Черниговско-Новгород-Северского (Восточно-Полесского) округа Полесской подпровинции Восточноевропейской провинции зоны широколиственных лесов.

Леса в парке занимают 52.9 % площади (8583.9 га), луговые группировки (сенокосы и пастбища) — 33.0 % (5315.8 га). Заболоченность территории составляет 4.1 % (662.7 га). Под водой (реки, пруды, канавы) находится 2.1 % территории парка (350.2 га). Ровно 2 % (325.4 га) земель парка занято песками, торфоразработками, карьерами, лесополосами и др. Под населенными пунктами, производственными зданиями и путями сообщения находится 1.4 % (249.7 га) всех земель парка. Пашня и перелоги занимают 4.5 % (727.4 га) территории.

На первом этапе нашей работы были отобраны исходные космические изображения территории исследования, из которых был синтезирован сплошной космический снимок парковой территории (вклейка IV, 1).

Далее он с помощью программного пакета Ozi Explorer подвергся предварительной привязке к местности, а также анализу и дешифровке (выделению) видимых растительных сообществ и комплексов на снимке, которые были выполнены в Adobe Photoshop. При этом использовалась методика дешифрирования растительности по аэрокосмическим снимкам (Сухих, 2005), где основными дешифрирующими признаками для определения пород деревьев леса, к примеру, служат: 1) структура изображений (степень зернистости, характер распределения крон, размеры диаметров крон); 2) общий тон (цвет) изображения; 3) форма проекций крон и другие признаки.

После этих предварительных операций участки с разной растительностью стали чётче выделяться на снимке. Далее выделенным областям для более контрастного их восприятия был придан определенный цвет. После этих процедур на снимке стали чётко выделяться территории с разными типами растительности.

В дальнейшем, по исходному снимку было проведено дешифрирование типов растительности с использованием топографических и тематических карт, а также лесоустроительных материалов НПП «Деснянско-Старогутский» для точной привязки полученных областей растительных сообществ к данным по этой местности, и их коррекция. По полученным результатам была составлена картосхема растительности национального парка (вклейка IV, 2).

Подавляющее большинство лесов НППДС находятся в его Старогутском участке, где они занимают до 80 % территории. Более 65 % лесопокрытой площади составляют сосновые леса. Среди них преобладают сосновые леса с доминированием *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea* и зеленых мхов. Берёзово-сосновые леса занимают около 9 % лесопокрытой площади участка и представлены ценозом, где в травянисто-кустарничковом ярусе также доминируют *Vaccinium myrtillus* и *Molinia caerulea*. Эти доминанты травяно-кустарничкового яруса вместе с видами болотного разнотравья (*Filipendula ulmaria, Geum rivale, Deschampsia cespitosa* и др.) являются типичными и в березовых лесах, доля которых составляет около 19 %. Дубовые леса и ольшаники занимают примерно по 3 % лесопокрытой площади. В травяном

ярусе первых доминирует *Carex pilosa*, а в ольшаниках — *Urtica galeopsifolia*, реже *Filipendula ulmaria* и *Phragmites australis*. Около 10 % площади Старогутского лесничества занимают производные растительные группировки на месте культур *Pinus sylvestris*, которые сформировались в леса с доминированием в подлеске *Corylus avellana* и преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе неморальных видов.

В Придеснянском участке парка лесная растительность в пойме р. Десна представлена небольшими (редко больше 1–2 га) перелесками. На надпойменных террасах существует 5 лесных урочищ, которые, однако, полностью не вошли в состав НПП. Преимущественно по их краям охраняются участки, представленные молодыми и середневозрастными культурами *Pinus sylvestris* с разреженным травянисто-кустарничковым ярусом и с доминированием *Rubus idaeus, Pteridium aquilinum*, злаков *Festuca rubra*, *Agrostis gigantea*. Лесообразующими породами в пойменных лесах являются *Populus tremula*, реже *Quercus robur* и *Fraxinus excelsior* с участием *Ulmus laevis, U. minor, Acer platanoides*. Доминантами травяного яруса являются *Rubus caesius, Convallaria majalis, Aegopodium podagraria*. Вдоль подножия боровой террасы заводи р. Десна иногда целые полосы лесов формирует *Alnus glutinosa*, где в травяном ярусе доминируют *Athyrium filix-femina, Urtica dioica, Filipendula ulmaria, Thelypteris palustris*.

В Старогутском участке луга распространены в пойме р. Улица, на осушенных землях и по краям болот. По площади преобладают торфянистые луга с доминированием *Deschampsia cespitosa*, изредка *Carex nigra* и *Holcus lanatus*. Значительные площади занимают настоящие луга, доминантами которых являюся *Festuca rubra, Poa pratensis*, а также пустошные группировки, образованные *Agrostis tenuis* и *Nardus stricta*.

В Придеснянском участке луговая растительность является основой растительного покрова. В пойме р. Десны луга используются главным образом как сенокосы, значительно реже как пастбища. По площади преобладают группировки *Alopecurus pratensis, Phalaroides arundinacea, Carex acuta*. Распространены также настоящие луга с доминированием *Agrostis gigantea, Festuca rubra, F. pratensis* и торфянистые луга с доминированием *Deschampsia cespitosa, Carex vulpina, Agrostis canina*. По высоким прирусловым валам встречаются остепнённые луга из *Agrostis vinealis*. На плакорных участках послелесные луга на песчаных почвах по большей части имеют пастбищный режим использования. Доминантами на дренируемых участках являются *Agrostis tenuis, Festuca rubra*, а в замкнутых и проточных понижениях — *Deschampsia cespitosa*. Здесь в условиях уменьшения пастбищной нагрузки в последние годы распространяется высокотравье: *Filipendula ulmaria, Urtica dioica*, наблюдается зарастание кустарниками *Salix cinerea* и *S. triandra*.

Заболоченность Старогутского участка парка составляет больше 7 %. По площади преобладают безлесные ценозы из *Carex juncella*. Они размещены в среднем и нижнем течении впадин стока, которые тянутся почти через весь участок. Среди этих группировок встречаются фрагменты болот с доминированием *Phragmites australis, Carex vesicaria, C. rostrata, Equisetum fluviatile*. Последние две группировки часто наблюдаются как небольшие участки в заводях малых рек. Лесные евтрофные болота представлены небольшими участками ольшаников с доминированием в травяном ярусе *Thelypteris palustris* и *Phragmites australis*, расположенными в поймах малых рек и среди травяных болот.

Не менее 15 % площади болот в Старогутском участке парка занимают мезо- и олиготрофные болота. Это преимущественно замкнутые впадины и верховья впадин стока. В древостое лесных и редколесных мезотрофных болот древостой образован *Betula pubescens* и *Pinus sylvestris*, а в травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Eriophorum vaginatum, Carex lasiocarpa*, редко *Phragmites australis*. Сплошной ярус образуют сфагновые мхи. На травяно-сфагновых мезотрофных болотах доминируют *Carex lasiocarpa, C. rostrata, Eriophorum angustifolium, E. vaginatum*.

Олиготрофные болота на территории парка расположены на крайнем пределе своего распространения, поэтому они не отличаются разнообразием и имеют обедненный флористический состав сравнительно с такими болотами западных регионов Украины. Типичное строение их ценоза таково: разреженный древостой из *Betula pubescens* и *Pinus sylvestris*; в травянисто-кустарничковом ярусе доминируют *Eriophorum vaginatum* и *Oxycoccus palustris*. Моховой покров образован сфагновыми мхами секции *Cuspidata*.

В Придеснянском участке парка наибольшее распространение получили минеральные болота поймы Десны, где доминируют *Glyceria maxima* и *Carex acuta*. В притеррасной части поймы встречаются лесные болота из *Alnus glutinosa* в древостое и *Thelypteris palustris* и *Athyrium filix-femina* в травяном ярусе.

Прибрежная водная растительность в Старогутском участке представлена узкими полосами зарослей *Phragmites australis, Glyceria maxima, Sagittaria sagittifolia, Typha latifolia* вдоль крутых берегов малых рек и каналов. В составе водной растительности на территории этого участка парка в реках типичными являются группировки *Elodea canadensis, Nuphar lutea*, а в мелиоративных каналах — *Lemna minor, Spirodela polyrrhiza, Utricularia vulgaris*.

Большое количество разнообразных по скорости течения, характеру дна и особенностям водного режима водоемов в Придеснянский части парка предопределяет высокое разнообразие водной и прибрежно-водной растительности. Типичными для этого участка парка являются прибрежные группировки *Carex acuta, Glyceria maxima, Scirpus lacustris, Equisetum fluviatile, Sagittaria sagittifolia* и водные *Nuphar lutea, Nymphaea candida, Nymphoides peltata, Potamogeton perfoliatus, P. lucens, Stratiotes aloides*.

В целом высокая ландшафтная репрезентативность территории НППДС определяет формирование на ней такого ценотического разнообразия, где полно представлены все типы естественной растительности

Левобережного Полесья: лесной, луговой, болотный и водный. В разных ландшафтных условиях различаются история и традиции природопользования, которые создают неравномерность и мозаичность антропогенного влияния. Особенностью НППДС является наличие двух участков, различных по ландшафтной структуре, характеру растительного покрова и уровню антропогенной трансформации. Существование на территории НППДС и в прилегающих районах населенных пунктов и пахотных земель требует оценки их влияния на флору. Учет этих аспектов при исследовании флоры дает возможность заложить основу флористического мониторинга территории НППДС и оценить влияние соседних антропогенных ландшафтов на его экосистемы.

В ходе нашей работы, цель которой состояла в иллюстрации возможностей применения материалов дистанционного зондирования для изучения и составления карт растительного покрова (на примере составления карты растительности НПП «Деснянско-Старогутский»), была успешно апробирована методика выявления растительных сообществ путем дешифровки, инверсии и изменения цветов на космическом снимке. На нем можно чётко определить леса по их более темному тону и, особенно, характерной зернистой структуре, которая образуется благодаря разному отражению света от крон деревьев разных ярусов. Сельскохозяйственные угодья также легко дешифрируются благодаря своим геометрическим формам (как правило, поля хотя бы с какой-то стороны ограничены прямыми линиями — границами поля), которые хорошо видны, и характерной исчерченностью (полосатостью), которая возникает при посадке и произрастании сельскохозяйственных культур. Наибольшую трудность при дешифровке снимка вызывает дифференциация влажных пойменных лугов и болот, так как спектрально в видимом диапазоне они почти не различаются (болота только немного темнее), и тут необходима точная привязка к местности с помощью топографических и тематических карт и полевых исследований.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что использование и дешифровка космических снимков позволяет быстро и в реальном режиме времени создавать точные карты растительности, равно как и гидрологические, ландшафтные и другие.

Список литературы

Геоботанічне районування Української РСР. 1977 / Відп. ред. А. І. Барбарич. К. 304 с. — *Сухих В. И.* 2005. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола. 392 с. — *Физико-географическое* районирование Украинской ССР. 1968 / Под ред. В. П. Попова, А. М. Маринича, А. М. Ланько. Киев. 683 с.

КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ: СОСТОЯНИЕ И НОВЫЕ ЗАДАЧИ

Т. В. Котова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Географический факультет
119992, Москва, Ленинские горы, 1. E-mail: tkot@geogr.msu.su

Ключевые слова: *карты растительности для высших учебных заведений.*

Карты растительности как источник фундаментальных знаний об одном из важнейших компонентов биосферы имеют большое научное значение, образуя информационный базис для решения проблем обеспечения жизнедеятельности современного общества и гармонизации его взаимоотношений с природной окружающей средой. Не менее важна их роль в различных областях практической деятельности. Долгое время она оставалась не столь очевидной в отношении мелкомасштабных обзорных карт. Первым отметил перспективы прямого использования мелкомасштабных карт растительности на практике В. Б. Сочава в 1960-х гг. По мере усиления антропогенного воздействия, сопровождающегося перерастанием региональных экологических проблем в глобальные, значение обзорных мелкомасштабных карт растительности возрастает. Они становятся необходимым звеном в системном картографическом обеспечении задач сбалансированного развития территорий разного пространственного уровня.

Последней по времени издания (1954) собственно научно-справочной обзорной картой растительного покрова всей территории страны была Геоботаническая карта СССР масштаба 1 : 4 000 000. Последующие попытки создания обзорной карты растительности в серии тематических государственных карт масштаба 1 : 2 500 000 при наличии основательно методологически проработанного проекта в силу разных обстоятельств не были осуществлены.

В 1960-е гг. развитие мелкомасштабного тематического картографирования активизируется в проблемно-ориентированном направлении, реализуемом в зависимости от назначения и проблем исследования. В области обзорного геоботанического картографирования на национальном уровне наиболее значимые результаты связаны с разработкой карт для высшей школы.

В истории создания вузовских карт отмечают два этапа. Первый относится к 1955 гг., когда на базе научно-справочной Геоботанической карты СССР была подготовлена Карта растительности СССР для высших учебных заведений того же масштаба. Первая вузовская карта растительности проектировалась

в серии карт природы из 5 наименований. Как известно, прикладная ценность карт растительности резко возрастает в случае разработки в системе одномасштабных карт природы — почвенной, геоморфологических, климатических и т. д.

В контексте рассматриваемых проблем отметим некоторые особенности карты, характеризующие ее познавательный потенциал. Карта отображала современный и восстановленный растительный покров не только в границах СССР, но и сопредельных стран. Концепция, содержание и информационная емкость карты определялись научно-методическими требованиями, проистекающими из учебного назначения. Легенда, построенная по регионально-типологическому принципу, содержала 92 литерно-цветовых обозначения, из которых на территорию современной России приходилось 72.

Во второй половине прошлого века достижения в области мелкомасштабного геоботанического картографирования оценивались как самые выдающиеся в советской геоботанике, и отмечалось лидирующее положение советской ботанико-географической школы в мире (Сочава, 1963; Трасс, 1976). Истоки успехов геоботанического картографирования предопределялись предпосылками его развития (Белов и др., 1987). Среди них — сложившаяся советская школа геоботанического картографирования, наличие двух крупных научных центров: в БИН им. В. Л. Комарова и в Институте географии СО АН СССР, постоянное развитие и совершенствование теоретико-методической базы с учетом достижений зарубежных ученых, внедрение системного подхода, получение материалов космической съемки, материалы мелкомасштабного картографирования лесо- и землеустройства, практическое применение в различных сферах хозяйства и др.

В 1974 г. в соответствии с приказом министра высшего и среднего специального образования СССР приступают к созданию новой серии вузовских карт. На этот раз программа картографического обеспечения вузов предусматривала широкий тематический спектр карт природы, состоящий из территориальных (карты мира, континентов, СССР) и тематических серий. Общее число запланированных универсальных и специализированных карт растительности приближалось к десяти. Впервые планировалось создание серии универсальных геоботанических карт разного территориального охвата (мира, материков, СССР, европейской части СССР), Наряду с универсальными геоботаническими картами была поставлена задача подготовки специализированных карт территории СССР (карты лесов, болот, природных кормовых угодий и др.).

Первой была издана Карта растительности европейской части СССР и Кавказа м. 1 : 2 000 000. Она разрабатывалась для высших учебных заведений на основе научно-справочной Карты растительность европейской части СССР и Кавказа м. 1 : 2 500 000 (1972). В задачу карты наряду с показом основных подзональных и высотно-поясных закономерностей растительных сообществ в зависимости от важнейших эколого-географических факторов входило отображение современного состояния растительного покрова, который претерпел существенные многовековые трансформации. Это достигалось с помощью матричной легенды, отражающей три узловых динамических состояния растительности (коренные и производные сообщества, сельскохозяйственные земли). Регионально-типологический принцип построения легенды позволял не только отразить основные пространственные закономерности распределения растительности на этой территории, но и выявить ее положение в системе растительного покрова всего материка Евразии. Внемасштабными условными знаками показаны растительные сообщества, которые должны рассматриваться как первоочередные объекты охраны. К элементам природоохранной тематики относились также заповедники и национальные парки.

Центральное место в серии универсальных геоботанических карт отводилось Карте растительности СССР м. 1 : 4 000 000 (1990). Карта сконцентрировала в себе результаты ботанико-географических исследований страны за последние 10–15 лет и соответствовала уровню теории и практики геоботанической картографии 1970–1980-х гг. С подготовкой карты был сделан огромный шаг в познании и представлении ботанико-географических закономерностей территории страны. В отличие от учебных вузовских карт, разрабатываемых по канонам учебной картографии, ее функции расширялись до научно-справочной, предназначенной восполнить пробел в картографическом обеспечении актуальных задач фундаментальных и прикладных исследований, решение которых требует привлечения информации субпланетарного уровня. Создание карты в серии тематических карт СССР, посвященных показу разных компонентов природной среды, обусловило целенаправленный отбор характеристик растительного покрова и меру их информационного наполнения. С учетом этого обстоятельства карта отражала: ботанико-географические закономерности дифференциации растительного покрова субпланетарной размерности; состав подзональных и высотно-поясных типов сообществ, преобладающих типов болот, галофитной и пойменной растительности; динамическое состояние растительных сообществ, обусловленное воздействием естественных и антропогенных факторов; степень нарушенности современного растительного покрова; растительный покров как объект охраны. Из 358 литерно-цветовых обозначений на территорию России приходилось 234.

Для карты разработаны специальные схемы-матрицы отдельно для равнинной и горной растительности, позволяющие судить о принадлежности каждой такой единицы к крупным региональным ботанико-географическим типам, отображающим дифференциацию растительности в зависимости от степени океаничности–континентальности климата. Особое внимание уделено выявлению экологического своеобразия картографируемых единиц, в первую очередь связанного с особенностями местообитания. К карте прида-

валась брошюра с пояснительным текстом и легендой, а также специально изданное научно-методическое пособие в серии пособий по картам для высшей школы.

Авторские разработки по двум другим вузовским специализированным картам м. 1 : 4 000 000 — лесов и болот не были доведены до тиража в условиях нестабильной экономики перестроечных лет.

Позднее в рамках проектов, финансируемых по грантам, были подготовлены еще две карты. Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» м. 1 : 8 000 000 для высших учебных заведений (1999) выявляла макроструктуры растительного покрова, связанные с дифференциацией природной среды, показала зональные закономерности растительности равнинных территорий, выверенные по данным исследований последних лет и отображала растительный покров горных территорий, впервые систематизированный по типам высотно-поясной структуры. Карта сопровождалась брошюрой с пояснительным текстом и двуязычной легендой.

В 2001 г. была издана специализированная карта «Природные кормовые угодья Российской Федерации и сопредельных государств» м. 1 : 4 000 000, дополненная пояснительным текстом и легендой на английском языке в виде отдельной брошюры. Карта отражала размещение, природный потенциал и современное состояние кормовых ресурсов России и сопредельных государств. Она характеризовала как природные, так и хозяйственные характеристики кормовых угодий, их современное состояние в зависимости от интенсивности антропогенного воздействия и возможные пути оптимизации. В целях картографирования динамики угодий под воздействием сенокошения и выпаса использовались ряды сенокосно-пастбищной дигрессии, включенные вместе с пашнями и угодьями, не рекомендуемыми для использования, в единый антропогенный ряд. В многоступенчатой легенде карты в качестве рубрикации верхнего уровня использовалась пригодность для определенного вида скота — пастбища для северных оленей, сенокосы и пастбища для всех видов скота, пастбища для мелкого рогатого скота. В общей сложности на карте показано 159 красочно-штриховых обозначений, дополненных внемасштабными знаками.

Со времени создания второй очереди вузовских карт прошли десятилетия, отмеченные значительными достижениями как в сфере ботанико-географических исследований и смежных областей науки, так и в технологическом базисе (применение информационных технологий, успехи дистанционного зондирования, возможности распространения информации). Отмечается значительная активизация в исследовании биоты регионов, продиктованная необходимостью решения вопросов экологического состояния природной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в интенсивно хозяйственно развиваемых регионах. Дальнейшее развитие получили и теоретико-методические принципы ботанико-географического картографирования, воплотившиеся в новые по тематике карты, отвечающие вызовам времени. В плане обзорного картографирования следует выделить Карту растительности России с макроструктурами растительного покрова м. 1 : 15 000 000, подготовленную для Национального атласа России (2007).

Задачи совершенствования высшего образования заставляют озаботиться оснащением вузов картографическими пособиями, соответствующими современным научно-методическим принципам ботанико-географического картографирования и современному уровню изученности территории страны. Вопрос о подготовке новой серии карт для высших учебных заведений неоднократно поднимался на научных форумах разного уровня и в печати, в письмах адресованных, Министерству образования и науки. Для подготовки карт есть необходимые предпосылки. Сохраняется еще некоторый лимит времени в отношении кадров геоботаников-картографов, входящих в ядро школы отечественного геоботанического картографирования.

В числе первоочередных базовых можно рассматривать карты России м. 1 : 4 000 000:

Растительность. Одна из базовых карт в серии карт природы России. Карта должна отразить современный растительный покров на фоне восстановленного. Обязательной составляющей содержания должна быть оценка современного состояния растительного покрова. Решение этой задачи потребует широкого использования материалов космической съемки. Большие возможности в этом плане продемонстрировала карта растительности, созданная по материалам дистанционного зондирования (Борталев, и др., 2009).

Экологические функции растительного покрова. Оценка экологических функций растительности рассматривается как часть рационального использования природных ресурсов и их охраны в рамках государственных программ, как часть реализации устойчивого развития производительных сил. Подготовка карты чрезвычайно важна в целях экологизации мышления как составляющей современного мировоззрения. Опыт картографирования по этой теме достаточен для ее реализации (Волкова, Федорова, 1995; и др.).

Биомы. Новый тип интегральной биогеографической карты, представляющей закономерности биотического покрова в единстве растительного и животного мира.

Возможности геоинформационного картографирования позволяют выполнить эти исследования на современном уровне и оптимально реализовать в условиях цифровой картографии, сделав доступными для всех заинтересованных вузов и учреждений.

Список литературы

Барталев С. А., Егоров В. А., Ершов Д. В., Исаев А. С., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Уваров И. А. 2010. Новая карта растительного покрова России // VIII Всеропос. откр. ежегод. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса». Сб. тез. М. С. 3. — *Белов А. В., Грибова С. А., Котова Т. В.* 1987. Геоботаническое мелкомасштабное картографирование в СССР (1956–1986) и современные тенденции его развития // История развития

тематического картографирования в России и СССР. М. С. 35–48. — *Волкова Е. А., Федорова И. Т.* 1995. Карта экологических функций растительного покрова России // Геоботаническое картографирование 1993. СПб. С. 51–57. — *Огуреева Г. Н., Котова Т. В.* 2007. Биогеографические подходы в экологическом картографировании // Геоботаническое картографирование 2007. СПб. С. 11–14. — *Сочава В. Б.* 1963. Перспективы геоботанического картографирования // Геоботаническое картографирование 1963. М.; Л. С. 3–10. — *Трасс Х. Х.* 1976. Геоботаника. История и современные тенденции развития. Л. 252 с.

КОРРЕКЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

А. Н. Кренке, Ю. Г. Пузаченко

Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный пер., 29

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, специальные карты, статистические методы в географии.*

Во второй половине XX в. получило широкое развитие специальное картографирование компонентов ландшафта. Специальные карты вобрали в себя все достижения теории и практики географических наук. Так К. А. Салищев (1960а, б), обсуждая проблемы комплексного и специального картографирования, особо выделил необходимость составления государственных карт в м. 1 : 1000 000 как основы комплексного картографирования и актуальность разработки мировых и региональных атласов. Эта и другие работы обосновали представление о карте как модели географических явлений, и фактически специальные карты стали необходимой составляющей геоботанических, почвенных и физико-географических исследований. В результате в России выполнен огромный объем работ по составлению карт различного масштаба (Юрковская, 2007). Специальные карты содержат в себе большой массив знаний, накопленных в науке. Необходимо, чтобы эти знания могли активно влиять на ее дальнейшее развитие.

При всех достоинствах специального и комплексного картографирования оно всегда сталкивалось с неопределенностью границ своих объектов, с необходимостью интерполяции и экстраполяции их состояний, непосредственно не наблюдаемых в природе и на аэрофотоснимках. Неопределенность границ связана с фундаментальной проблемой соотношения дискретности и непрерывности в организации географического пространства (Арманд, 1975).

Цель данной работы — продемонстрировать технологию коррекции специальных карт на основе квазинепрерывных данных дистанционного зондирования, а также широкие возможности использования специальных скорректированных карт не только в системе принятия решений, но и для анализа физической основы формирования пространственной структуры объекта картографирования. Идея, положенная в основу верификации и коррекции специальных карт, сводится к следующему:

1. Мультиспектральная отраженная радиация, измеряемая со спутника, несет в себе информацию о фундаментальных процессах преобразования солнечной энергии земной поверхностью, определяемых составом растительности, почвенно-геохимическими условиями и увлажнением в конкретной территориальной единице измерения (пиксель).

2. Свойства растительности и почв есть во многом функция формы земной поверхности количественно описываемой через трехмерную модель рельефа.

3. Если специальная карта достаточно надежно отражает реальность, то она должна быть статистически значимо воспроизводима через мультиспектральную информацию и характеристики рельефа.

4. Если воспроизводимость доказана, то можно на основе полученной зависимости обосновать формальный алгоритм интерполяции состояний объекта картографирования на всю территорию, охваченную картой и, соответственно, скорректировать границы выделов.

Материал и методика

В качестве объектов коррекции выбран фрагмент Карты растительности СССР для высших учебных заведений м. 1 : 4 000 000, охватывающий западную часть Тверской области общей площадью 22 000 км^2 с координатами: верхний левый угол — 57° с. ш., 31° в. д; нижний правый угол — 56° с. ш., 34.4° в. д. Использована оцифровка, проведенная в лаборатории Оак Ридж (Stone, Schlesinger, 2003).

В основу верификации положены сцены спутника Landsat: Landsat MSS 1975–1979 (май и сентябрь), Landsat TM 1988–1990 (май), Landsat ETM 2000–2002 (апрель–октябрь), трехканальные мозаики GeoCoverTM и GeoCoverETM с исходным разрешением 30 м на местности. Каждый канал содержит определенную информацию о физических процессах, протекающих в ландшафтном покрове.

Дистанционная информация агрегирована до масштаба 1 км/пиксель и объединена в растровом формате в единую базу данных: зависимая переменная — состояния растительности, независимые переменные — спектральные каналы Landsat.

Для проверки гипотезы связи дискретной зависимой переменной (карты) от независимых переменных (ДДЗ), оценки меры этой связи и последующей интерполяции зависимой переменной по независимым переменным используется дискриминантный анализ (Айвазян и др., 1989; Пузаченко, 2004; Кренке, Пузаченко, 2008).

В ходе дискриминантного анализа ищутся такие нагрузки на независимые переменные, при которых минимальна дисперсия внутри классов или максимально расстояние между центрами их тяжести в пространстве переменных. В результате дискретные классы отображаются в непрерывные ортогональные оси. Число осей не может превышать число независимых переменных и/или число классов без одного (n–1). Отнесение каждой точки к тому или иному классу осуществляется по частным регрессионным функциям от этих осей с допущением нормальности распределения дистанций внутри каждого класса. В результате для каждой точки (пикселя) на карте получаем вероятность отнесения ее к каждому классу. Точка считается принадлежащей к тому классу, для которого вероятность принадлежности максимальная. Результаты классификации существенно зависят от того, как задана норма центроидов для дискретных состояний, т. е. с какой априорной вероятностью включены классы в анализ. Обычно рассматриваются два варианта: 1) классы заданы с вероятностью, соответствующей выборке; 2) классы заданы с равными вероятностями. Если классы хорошо различаются в пространстве независимых переменных, то различия между этими двумя вариантами обычно невелики. Однако для реальных явлений природы и тем более для специальных карт, где неопределенность априори велика, эти различия могут быть весьма значительны.

Непосредственно в рамках дискриминантного анализа устранить эту неопределенность невозможно. Удовлетворительный результат дает выделение дискретных состояний через процедуру дихотомической классификации методом K-средних по ортогональным осям дискриминантного анализа (Айвазян и др., 1989). Полученные классы не будут ограничены исходными, но определить их соответствие исходным состояниям можно, сравнив их в пространстве независимых переменных. На этой основе можно построить скорректированную версию специальной карты.

Средства дискриминантного анализа дают информацию, позволяющую фактически перейти к аналитическим картам. В рамках дискриминантного анализа по F-критерию сразу же можно определить вклад независимых переменных в различение заданных классов. Так как эти переменные имеют физический смысл, то они могут трактоваться как факторы дифференциации. Статистическая значимость каждой оси дискриминантного анализа оценивается по критерию χ^2, что позволяет определить размерность пространства и создаваемое им разнообразие. Каждая ось дискриминантного анализа дает отображение определенного типа связей объекта с внешними переменными на рассматриваемой территории. Таким образом, на основе специальной карты получаем возможность построить статистическую модель рассматриваемого явления.

Результаты анализа

На рис. 1а показана исходная геоботаническая карта восстановленной растительности с пятью типами состояний.

1. Еловые, елово-пихтовые, пихтово-еловые леса с трявяно-кустарничковым и мозаичным зеленомошным покровом.

2. Сосновые и лиственнично-сосновые леса, с травянисто-зеленомошным и кустарничково-лишайниково-зеленомошным покровом.

3. Темнохвойные с примесью широколиственных (подлесок из неморальных видов) и темнохвойно-широколиственные леса.

4. Болота сфагновые кочкарниково-грядовые и грядово-мочажинные.

5. Водные обьекты.

Далее для краткости будем использовать следующие сокращения: 1 — еловые леса, 2 — сосновые леса, 3 — смешанные леса, 4 — болота, 5 — вода.

Общее качество распознавания для взвешенной и равновероятностной моделей составило 68.6 % и 64.8 % соответственно. Различия между двумя моделями не велики, но модель с равновероятно заданными состояниями предсказывает несколько большую долю болот и водоемов. В целом лучше всего распознаются три состояния лесов, хуже всего болота и вода. Относительно плохое распознавание воды и болот объясняется тем, что коррекция пространственной конфигурации этих классов больше относительно их площади, чем у лесных классов.

Средняя вероятность точного определения состояний растительности составляет 0.7, а минимальная < 0.46, отмечается всего на 8 % территории. Практически однозначно определяются водоемы, болота и сосновые леса по зандровым равнинам Западной Двины. С вероятностью, близкой к единице, еловые леса определяются на юге Валдайской возвышенности. Еловые и смешанные леса образуют территориальную мозаику с вероятностями их распознавания от нуля до единицы. Пространственное распределение однозначности распознавания может быть показано в форме отдельной карты.

Несмотря на то, что измерениям мультиспектрального отражения ставится в соответствие мелкомасштабная карта восстановленной растительности, между ними устанавливается вполне достоверное соот-

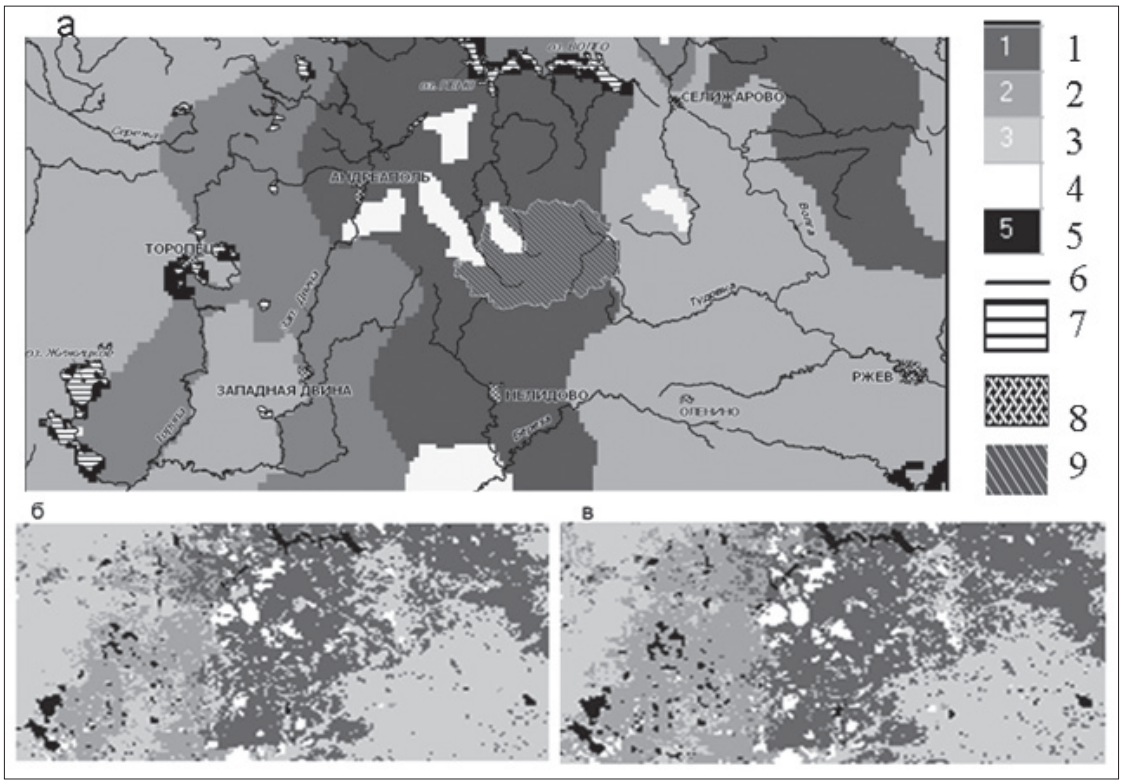


Рис. 1. Результаты коррекции карты восстановленной растительности дискриминантным анализом.
а — исходная карта м. 1 : 1 000 000; б, в — корректированные карты: б — по доли участия состояний в выборке, в — по равновероятным состояниям. Состояния восстановленной растительности: 1 — еловые леса, 2 — сосновые леса, 3 — смешанные леса, 4 — болота, 5 — вода. Общие обозначения: 6 — реки, 7 — озера, 8 — города, 9 — Центрально-лесной заповедник с охранной зоной.

ветствие. По рис. 1 (б, в) хорошо виден эффект коррекции исходного изображения. Вместо очень простых сплошных контуров появилась их территориальная мозаика, отражающая постепенность перехода из одного состояния в другое. Появились также мелкие болота и водоемы, отсутствующие на исходной карте.

Аналитическую информацию о картографируемом явлении можно извлечь из осей дискриминантного анализа. Оси дискриминантного анализа содержат существенно больше информации о растительности, чем исходная карта.

Оси дискриминантного анализа интегрируют в себя сложные комбинаторные соотношения независимых переменных, представляя их как линейно независимые отображения многомерного пространства переменных дистанционной информации в отношении растительного покрова. Формально их можно трактовать как координаты пространства состояний растительности. Физический смысл каждой оси можно определить на основе ее связи с исходными дифференцирующими переменными.

В данном случае все четыре оси дискриминантного анализа имеют очень высокий уровень статистической значимости. Так, первая ось разделяет еловые и смешанные леса через пространственное варьирование влажности, вторая ось связана с общей «зеленостью» и отражает интенсивность вегетации. Третья и четвертая оси отделяют болота и воду и связаны с различными режимами увлажнения и дренажа. Все оси также могут быть представлены в виде карт.

Применяя к осям дихотомическую классификацию (Айвазян и др., 1989), можно выделить не только состояния, заданные в исходной карте, но и переходные, отражающие как территориальную мозаику, так и сочетание пород в одном насаждении. Детальность классификации определяется как желанием исследователя, так и реальным разнообразием растительного покрова. Последнее может быть количественно оценено через энтропию для каждого уровня классификации (Пузаченко, Пузаченко, 1998). В данном случае максимально возможное разнообразие фиксируется для четвертого уровня.

Смысл полученных классов устанавливается на основе их схожести с исходными классами в пространстве независимых переменных. Важно отметить, что таким образом удается получить переходные классы и выделить зоны, не подпадающие ни под один исходный класс. На рис. 2 представлено распространение состояний лесной растительности, полученных на основе дихотомической классификации.

Выделение двух вариантов смешанных лесов вне зависимости от исходных данных полностью соответствует реальности. Реальные полевые данные показывают, что развивающиеся в относительно мягком климате западные смешанные леса имеют более богатый состав неморальных видов, и в них существенно больше роль дуба и других широколиственных пород. Восточные леса, связанные с более континенталь-

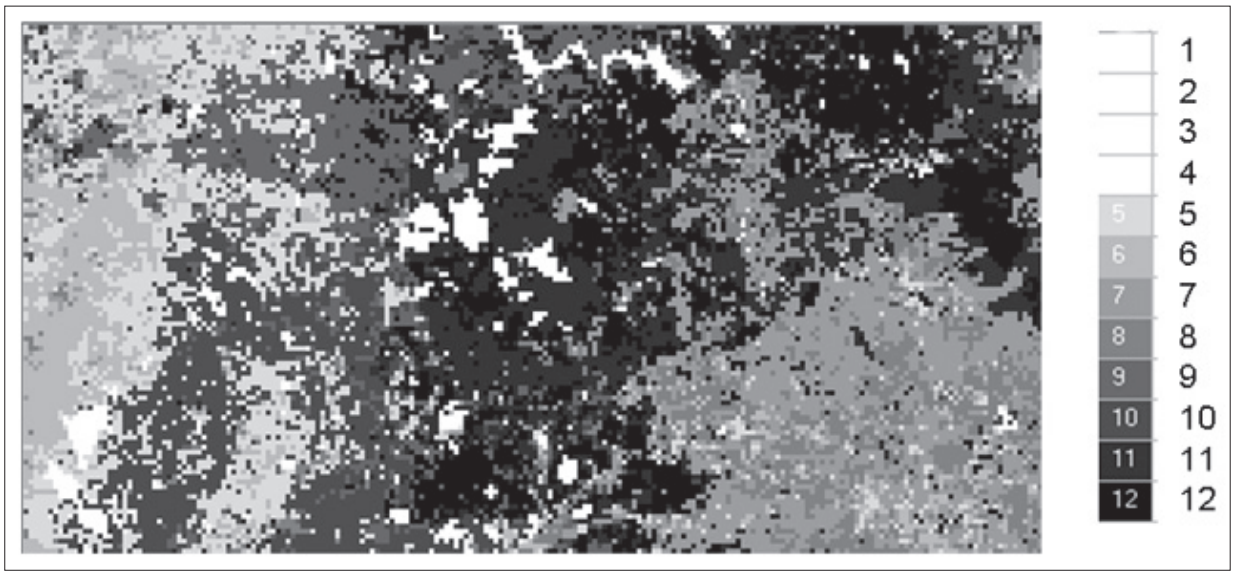


Рис. 2. Разнообразие растительного покрова для дихотомической классификации по четырем осям дискриминантного анализа.

1 — собственно вода, 2 — берега , 3 — сосновые с еловыми, 4 — сосновые, 5 — еловые со смешанными, 6 — еловые, 7 — окраины болот, 8 — болота, 9 — смешанные с сосновыми, 10 — смешанные (западные), 11 — смешанные с елью, 12 — смешанные (восточные).

ным климатом, в основном мелколиственные. Собственно сосновые леса связаны в основном с зандровыми, а переходные — с флювиогляциальными отложениями. Типичные южнотаежные еловые леса занимают наиболее высокие части возвышенностей и моренных гряд, а переходные — различные варианты межгрядовых понижений.

Обсуждение результатов

Представленный материал показывает широкие возможности коррекции специальных карт на основе дистанционной информации. Обобщение информации исходной карты и дистанционной информации с помощью дискриминантного анализа позволяет получить три взаимодополняющие отображения: собственно скорректированные карты, векторы вероятности принадлежности пикселя к каждому классу, отображение объекта в независимых координатах (осях) многомерного пространства, которые и позволяют построить наиболее информативную версию скорректированной карты. Задача разрешима во всех случаях, если в исходной карте нет принципиальных искажений, нарушающих естественные соотношения географических явлений.

Фактически в рамках решения задачи корректировки карт строится многомерное пространство картографированного явления, которое обычно имеет вполне определенный физический смысл. Анализ связи координат этого пространства с климатом, рельефом и координатами других географических явлений позволяет на новом количественном уровне перейти к аналитическими и комплексным картам общенаучного и специального назначения.

Список литературы

Армand Д. Л. . 1975. Наука о ландшафте. М. 287 с. — *Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д.* 1989. Прикладная статистика: Классификации и снижение размерности. М. 607 с. — *Кренке А. Н., Пузаченко Ю. Г.* 2008. Построение карты ландшафтного покрова на основе дистанционной информации // Экологическое планирование и управление. Вып. 7. С. 10–25. — *Пузаченко Ю. Г.* 2004. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М. 416 с. — *Пузаченко Ю. Г., Пузаченко А. Ю.* 1998. Семантические аспекты биоразнообразия // Журн. общ. биол. Т. 57. № 1. С. 1–43. — *Салищев К. А.* 1960 а. Картография // Советская география. М. С. 73–89. — *Салищев К. А.* 1960 б. Комплексное картографирование // Советская география. М. С. 336–343. — *Юрковская Т. К.* 2007. Геоботаническое картографирование и составление аналитических карт растительности: Актуальные проблемы геоботаники. III всерос. шк.-конф. Лекции. Петрозаводск. С. 43–71. — *Stone T. A, Schlesinger P.* 2003. RLC Vegetative Cover of the Former Soviet Union, 1990. Data set. Available on-line [http://www.daac.ornl.gov] from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, U. S.A. doi:10.3334/ORNLDAAC/700

СИСТЕМНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ КАРТ (НА ПРИМЕРЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ)

Н. Н. Лавренко, С. А. Банарь

Санкт-Петербургский государственный университет
199178, Санкт-Петербург, В. О., 10 линия, 33. E-mail: banar@mail.ru

Ключевые слова: *картографирование растительности, эколого-ресурсный потенциал, экосистема.*

Универсальная геоботаническая карта, отражающая зонально-типологическую структуру и картину антропогенной трансформации растительного покрова, позволяет анализировать территориальные фитоценосистемы по экологическим признакам. Она также может быть использована с целью районирования. Единицы районирования, понимаемые как территориальные фитоценосистемы, могут быть охарактеризованы по разнообразным эколого-фитоценотическим признакам, отраженным на геоботанической карте.

Для определения функционально-ресурсного состояния экосистем нами интерпретировано содержание картографической информации о растительности и других компонентах природы Нечерноземья.

Картометрический анализ серии карт природы Нечерноземья позволил выяснить картину динамики использования лесных ресурсов и состояния водовоспроизводящей функции лесов и болот. Их совместная оценка с учетом степени сельскохозяйственной освоенности территории дает возможность характеризовать региональную экологическую ситуацию. В качестве региональных единиц деления территории использованы очертания бассейновых водосборов речной системы нечерноземной зоны РФ. Из содержания легенд к картам выбирались следующие признаки растительного покрова и природной среды.

А. Общие характеристики природной среды: название и площадь водосбора; зональное положение; морфологические части водосборов; почвообразующие породы; площадь влажных земель; степень эрозионной опасности земель.

Б. Результаты прошлого природопользования и характер современного: в естественном покрове было; в настоящее время сведено; в настоящее время на месте коренных лесов имеется; типы природопользования в бассейне.

В. Экологические данные о коренном и производном состоянии биоты: фоновые сообщества в естественном растительном покрове бассейна; фоновые виды почв на типах местоположений; степень плодородия почвенного покрова; степень увлажнения почвенного покрова; современное состояние растительного покрова.

Г. Состояние ресурсного потенциала территории водосборных экосистем: земельный баланс; состояние водоохранной функции лесов; изменение структуры и функций экосистем.

Вышеназванные признаки определялись в процентных соотношениях к площади каждого бассейна по отдельности. Экологическая ситуация в регионе Нечерноземья складывается как совокупность частных, индивидуальных экологических ситуаций, возникших и существующих на конкретных водосборных бассейновых экосистемах речной и озерно-речной сети. В целях системного рассмотрения все необходимые данные, относящиеся к оценке экологических ситуаций, сводились в табличную форму. Логическая структура таблиц отражает ход развития экологической ситуации на водосборах бассейновых экосистем. В таблицах обобщены качественно-количественные показатели состояния, компонентов и элементов водосборных экосистем, как результат природопользования — сельскохозяйственного и лесного.

Экологическая ситуация рассматривается как результат природопользования, состоящий из остатка ненарушенной природы и измененной природы, возникшей после изъятия части эколого-ресурсного потенциала. Отсюда, благополучное состояние экологической ситуации обеспечивается соизмеримостью возможностей экосистемы с оказываемой на нее дозой антропогенной нагрузки. Соотношения между ненарушенной и антропогенно измененной природой выражены в процентах от площади водосбора.

Соизмеримость естественных свойств и возможностей водосборных бассейновых экосистем с типами и дозами антропогенных нагрузок, выраженная в процентах площади водосбора, является выражением баланса лесопокрытых и сельхозяйственных земель. Известно, что водный баланс и его составная часть — речной сток являются одной из функций таежно-лесных угодий. Таким образом, состояние лесов определяет структуру водного баланса территорий, воспроизводство водных ресурсов и параметры речного стока. Поскольку состояния земельного и водного балансов водосборных бассейновых экосистем региона являются ключевыми в их естественном функционировании, то по их антропогенно измененному состоянию определяют качество природной среды и возможности воспроизводства природных ресурсов. Интегральные показатели экологической ситуации и тенденции ее развития нами определялись по степени сельскохозяйственной освоенности водосборов.

Для интегральной качественно-количественной оценки экологической ситуации на водосборах бассейновых экосистем использованы несколько градаций оценок. Принято, что для таежно-лесоболотных экосистем Нечерноземного экологического региона по критериям водного баланса и речного стока экологически оптимальным является соотношение 80 % площади водосбора под лесной и болотной растительностью, а 20 % — под пашней.

Градаций оценок экологической ситуации четыре:

- благополучная и относительно благополучная, если площадь пашни составляет до 20 % площади водосборного бассейна;
- требуется стабилизация структуры и функций бассейновой экосистемы, если площадь пашни доведена до 50 %;
- требуется восстановление структуры и функций, если площадь пашни 70 %;
- кризисная, если площадь пашни более 70 %, это превышение экологической емкости водосборного бассейна.

Крупные водосборные бассейновые экосистемы региона имеют следующие итоговые показатели антропогенно преобразованных площадей коренных лесов (в % от площади бассейнов) (табл.).

Таблица

Показатели антропогенно преобразованных площадей коренных лесов (в % от площади бассейнов)

Система бассейнов	Пашня	Вторичные мелколиственные леса	Сумма
Озер Псковского и Чудского с р. Великой	43	31	74
Озерно-речная Ильменско-Волховская	41	37	78
Бассейн р. Луга	16	44	60
Верхней Волги	52	17	69
Невско-Вуоксинская	51	33	84
Ладожско-Онежская	14	16	30

Ниже приводится более дробная характеристика экологической ситуации в регионе по системам речных бассейнов.

Невско-Вуоксинско-Ладожская система бассейнов. Включает водосборные экосистемы средней тайги — Вуоксинскую, Финского залива, Свирскую, прибрежные Ладожскую и Онежскую, переходные к южной тайге водоразделы рек Паша, Сясь, Нева и южнотаежную экосистему бассейна Копорской губы. Наиболее устойчивыми по природным данным в этом бассейне являются водосборные экосистемы рек Свири и Невы, наименее — водосбор Копорской губы. Современное состояние экосистем Невско-Вуоксинско-Ладожского бассейна по состоянию биотического компонента (растительности и почв) оценивается как относительно благополучное. Исключение составляют водосборные бассейны р. Невы и Копорской губы.

Экосистема бассейна р. Невы нуждается в установлении такого режима природопользования, который способен стабилизировать ее современное состояние. Особого внимания требуют аккумулятивные местоположении, распаханностъ которых близка к 50 %. На всех частях водосбора представлены парагенетические комплексы, придающие экосистемам устойчивость: на автономных местоположениях — хвойные (42 %) и заболоченные (17 %) леса, на транзитных — мелколиственные (58 %) и заболоченные (8 %) леса, на аккумулятивных — хвойные (14 %), мелколиственные (36 %) и заболоченные (10 %) леса.

Кризисная экологическая ситуация сложилась на автономных местоположениях бассейна Копорской губы, где под пашни освоено 85 % земель. В целом экосистема бассейна Копорской губы в ее современном состоянии нуждается в проведении восстановительных мероприятий.

Лужская система. Лужская система и одноименный водосбор характеризуются относительно благополучной экологической ситуацией.

Система Псковского и Чудского озер и р. Великой. Эта система слагается из экосистемы р. Великой и восточного водосбора озер Псковского и Чудского и р. Желча. Переходная к южной тайге экосистема озер Псковского и Чудского в природном отношении слабоустойчива. Современная экологическая ситуация относительно благополучна, ее устойчивое состояние поддерживается за счет парагенетических комплексов: на автоморфных местоположениях — мелколиственных и заболоченных лесов (68 и 13 %), на транзитных — хвойных лесов(16 %) и переходных болот (60 %), на аккумулятивных — стабилизирующую роль оказывают темнохвойные и мелколиственные леса (38 и 37 % соответственно). Водосбор р. Великой, расположенный в зоне южной тайги, освоен под пашню на 59 %. Автономные местоположения бассейна в настоящее время стабилизируются лесо-болотным комплексом (39 % мелколиственных, 5 % хвойных лесов, 15 % заболоченных лесов). На транзитных местоположениях лесо-болотные сообщества занимают гораздо меньшие площади (хвойные и мелколиственные леса — 30 %, заболоченные — 7 %, болота — 8 %). На аккумулятивных местоположениях 70 % площади занимает пашня, в качестве стабилизирующего фактора выступают заболоченные и мелколиственные леса (13 и 17 % соответственно). В целом на водосборе р. Великой должны проводить мероприятия по восстановлению структуры и функций почвенно-растительного компонента биоты.

Озерно-речная Ильменско-Волховская система. Включает южнотаежные водосборные системы бассейнов рек Мста, Шелонь, Ловать и переходную к средней тайге экосистему бассейна р. Волхов. Из них относительно благополучной экологической ситуацией в настоящее время отличается бассейн р. Волхов. В стабилизации структуры и функций нуждается водосбор р. Мста, где соотношение лесов и болот на всех частях водосбора благоприятно и позволяет экосистеме нести сельскохозяйственную нагрузку. В бассейнах Шелони и Ловати степень освоенности территории под пашню больше 50 %, последнее обстоя-

тельство усугубляется проявлениями процессов эрозии. В целом в бассейне Волхова требуется провести природоохранные мероприятии по восстановлению структуры и функций экосистем: увеличить степень лесистости на автономных и транзитных местоположениях.

Система водосборных бассейнов верхней Волги. Включает переходные к южной тайге экосистемы водосборов рек Суда, Молога, Тверца, верховьев Волги, Волги — в Ополье, у Рыбинского, Иваньковского, Вазузского вдхр. Из вышеназванных экосистем относительно благополучной ситуацией характеризуется только бассейн р. Суда. В мероприятиях по стабилизации структуры и функций нуждаются водосборы верховьев Волги и р. Мологи. Из этих двух наиболее благополучное положение в бассейне верховьев Волги: соотношение коренных хвойных лесов на автономном, транзитном и аккумулятивном местоположениях составляет 23:36:20 %, тогда как в бассейне Мологи оно в 2 раза ниже: 11:19:10 %. Стабилизирующее значение на водосборе р. Мологи имеют гигрофитные леса и верховые болота на транзитных и аккумулятивных элементах экосистем. Эта часть, придающая равновесие природному комплексу, в бассейне верхней Волги развита значительно меньше. По отношению к гигрофитным лесам и болотам на верхней Волге должны быть приняты особые охранные меры.

Мероприятия по восстановлению структуры и функций экосистем должны проводиться в отношении водосборных бассейнов рек Тверца и Волга (у Рыбинского вдхр.), освоенных под пашню на 55 и 59 %. В экосистеме бассейна Тверцы требуют внимания транзитные местоположения. Стабилизирующий экосистему парагенетический комплекс лес — болото представлен здесь на 34 % площади, более благоприятная ситуация на автоморфных и аккумулятивных местоположениях — площадь лесов и болот достигает 51 %. Более жесткие соотношения наблюдаются в бассейне Волги у Рыбинского вдхр. — при отсутствии болот лесная растительность распределяется неравномерно: на автономных местоположениях 17 %, аккумулятивных — 27 %, транзитных — 69 %.

Восстановительные мероприятия в этой экосистеме должны быть направлены на создание разнообразных лесорастительных комплексов.

Волжские экосистемы, расположенные ниже в Ополье, у Иваньковского вдхр. и Вазузского вдхр., находятся в кризисном состоянии, степень сельскохозяйственной освоенности их территорий достигает 67–78 %: наихудшее качество среды наблюдается на транзитных местоположениях. Особого внимания требуют автоморфные части экосистем, облесенность которых составляет: 22 % — у Иваньковского вдхр., 33 % — в Ополье, 41 % — у Вазузского вдхр. В лучших условиях находятся аккумулятивные местоположения, леса на их территории занимают у Иваньковского вдхр. 51 %, в Ополье — 83 % площади.

Водосборная система Западной Двины. Это южнотаежная экосистема высокой степени устойчивости. Освоена под пашню на площади 35 % и нуждается в поддержании такого режима природопользования, при котором возможна стабилизация ее структуры и функций. Соотношения лесной и болотной растительности на всех типах местоположений имеют благоприятные пропорции для поддержания водоохранных и ресурсных функций экосистемы в целом.

Изложенные факты свидетельствуют о том, что результатом аграрного и лесного природопользования в регионе является изменение баланса лесных, болотных, луговых и сельскохозяйственных, в том числе и мелиорированных, земель. Это выразилосъ в изменении соотношения площадей разнотипных по качеству (экологическим свойствам и функциям) контуров-признаков компонентов, целых экосистем и их частей. Изменение экосистем под давлением нагрузок природопользования шло по пути утраты и упрощения разнообразия и сложности экологических систем, уменьшения их устойчивости и потери ресурсовоспроизводящих функций, прежде всего средообразующих.

Существенный вклад в обострение экологической ситуации в регионе внесли крупномасштабные мелиоративные мероприятия, в связи с тем, что средний размер единичного пахотного поля, полученного в результате осушительных мелиораций и культуртехнических мероприятий, вырос с 10 га до 130. Такие огромные гомогенные поля, не имеющие индивидуального экологического лица, утратили пестроту и мелкоконтурность почвенно-растителъного покрова, которые являются региональной спецификой здешних экосистем и обеспечивают их экологическую устойчивость.

Таким образом, упрощение структуры, уменьшение сложности и разнообразия экосистем — главная, повсеместная тенденция развития экологической ситуации в регионе. Слагаемыми этой тенденции служат следующие признаки: сокращение размеров и количества массивов темнохвойных лесов; сокращение количества парагенетических комплексов, таких как: «темнохвойный лес–верховое болото», «луг–низинное болото» и т. д.; упрощение сложности структуры (мелкоконтурности) почвенно-растительного покрова; увеличение площади мелколиственных лесов за счет сведения темнохвойных сообществ и зарастания брошенной пашни; экстенсивность землепользования — вовлечение новых, раннее не испольъзованных пространств, в систему природопользования с одновременным ростом площадей заброшенных пахотных земель; увеличение общей площади сельскохозяйственных земель с одновременной тенденцией снижения плодородия почв и урожайности.

В связи с общей региональной оценкой развития экологической ситуации обратим внимание на два следующих обстоятельства: 1) повсеместное наличие в экосистеме связок (связей, или причинно-следственных зависимостей) функционального типа, поддерживающих экологическую сбалансированность

природных процессов на водосборах бассейновых экосистем, 2) повсеместное нарушение таких функций-связок, что нашло отражение в оценках состояний экосистем, их компонентов, ресурсов и экологических ситуаций.

Функциональные зависимости в системах, организованных и отрегулированных на основе сбалансированности обменов веществом и энергией между элементами, неизбежно с увеличением (уменьшением) одного из компонентов влекут адекватные увеличения (уменьшения) другого. Благодаря тому, что экологические системы, в том числе и водосборные бассейновые, обладают инерционностью, повсеместно наблюдается запаздывание отклика (результата-следствия) экологической ситуации на вызвавшую его причину (природопользование).

Инерционность, или буферность, экосистем — разорванность во времени причин и их последствий — создает иллюзию некоторой автономности и независимости друг от друга экосистем и хозяйственных систем. Это особенно заметно проявляется на высоких уровнях обобщения, что затрудняет выявление общей тенденции развития экологической ситуации.

Между тем, как нам видится по результатам проведенного исследования, главная комплексная проблема региона — определить стратегию достижения сбалансированности между экологическим благополучием и природопользованием.

Конкретно для экологического региона Нечерноземья это должна быть взаимная, функционально обоснованная, увязка земельного и водного балансов. Эта проблема и ее задачи решаются в рамках концепции экологизации регионального развития, когда продолжающееся природопользование в регионе ведется с учетом требований сохранения естественного потенциала возобновления экосистем.

ЗОНАЛЬНО-ПОЯСНЫЕ ТИПЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ И СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Н. И. Макунина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101. E-mail: natali.makunina@mail.ru

Ключевые слова: *лесостепь, Западная и Средняя Сибирь.*

В геоботанической литературе не существует единого мнения по поводу понятия «лесостепь» (Дохман, 1968; Банникова, 1983, 1998; Лавренко и др., 1991; Макунина и др., 2007; Пешкова, 2010; и др.). Под лесостепью мы подразумеваем ландшафт, в котором одновременно сосуществуют лесные, степные сообщества, а также остепненные луга. Лесостепные ландшафты расположены между лесной и степной широтными зонами на равнине, между степным и лесным высотными поясами — в горах. Для лесостепных ландшафтов характерно примерное равенство годового количества осадков и испаряемости (годовое количество осадков составляет 300–450 мм). В этих условиях основным фактором, определяющим распределение лесов и травяных сообществ, является рельеф.

На юге Сибири существует несколько типов лесостепных ландшафтов. Полоса зональной лесостепи Западно-Сибирской равнины простирается от Урала до северо-западного фаса Алтае-Саянской горной системы. Восточнее равнинные лесостепные ландшафты образуют отдельные лесостепные острова: Назаровский, Красноярский, Канский и др. Большая часть Алтае-Саянской горной системы покрыта лесами. При движении в глубь горной системы увеличиваются абсолютные высоты и континентальность климата, уменьшается влаго-, теплообеспеченность, в растительном покрове увеличивается участие степных типов. Лесной и степной пояса разграничены горными лесостепными ландшафтами. В разных частях горной системы они имеют разную выраженность и представлены различными высотно-поясными типами растительных сообществ (табл.). На исследованной территории нами выделяется 3 основных типа лесостепных ландшафтов.

1. Равнинная лесостепь образует полосу между 54° и 55° с. ш. (Лавренко и др., 1991). Абсолютные высоты обычно не превышают 100 м над ур. м., сумма температур выше 10 °С ($\Sigma_{t>10^{o}C}$) составляет 1800–2000 °С. Облик территории определяют 3 типа рельефа: западинный, гривный и балочный. Растительный покров характеризуется широким развитием интразональных сообществ, образующих закономерные топо-экологические ряды засоления и заболачивания. Зональная растительность представляет сочетание **березовых травяных лесов** с **остепненными лугами** на севере и **луговыми степями** на юге лесостепной полосы.

Березовые травяные леса приурочены к неглубоким западинам, северным склонам грив и балок. В их травостое из злаков обычны *Brachypodium pinnatum, Calamagrostis epigeios, Poa angustifolia*, из разнотравья — *Pulmonaria mollis, Rubus saxatilis, Iris ruthenica*. Только для равнинных лесов характерны *Kadenia dubia, Heracleum sibiricum*. Основу травостоя **остепненных лугов** и **луговых степей** образует лугово-степное разнотравье: *Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Phlomis tuberosa*, из злаков обычно со-

доминируют *Elytrigia repens, Poa angustifolia*, на остепненных лугах — *Calamagrostis epigeios*, на луговых степях — *Festuca pseudovina, Stipa pennata*. В состав травяных сообществ входят виды, индицирующие солонцеватые почвы (*Artemisia pontica*, *Galatella biflora* и др.). Характерная особенность остепненных лугов лесостепи Западно-Сибирской равнины — отсутствие типичных луговых злаков: *Festuca pratensis, Dactylis glomerata*.

2. Предгорная лесостепь субмеридиональной полосой шириной в несколько десятков километров обрамляет северо-западный фас Алтае-Саянской горной системы. За счет эффекта предгорной гумидности лесостепные ландшафты встречаются южнее, нежели равнинные. Предгорная лесостепь приурочена к возвышенной равнине, высоты водоразделов которой составляют 200–300 м над ур. м. Рельеф преимущественно равнинный, слегка всхолмленный, вблизи долин рек — овражно-балочный. В отличие от равнинной лесостепи, засоление и заболачивание практически отсутствует.

Зональная растительность предгорной лесостепи представляет сочетание **березовых травяных лесов**, **остепненных лугов** и **луговых степей**. Но во флористическом составе каждого из трех типов мы находим отличия от равнинных аналогов. **Березовые травяные леса** занимают северные склоны холмов и балок в южной части полосы, в северной — они широко представлены и на водоразделах. В травостое содоминируют злаки (*Calamagrostis arundinacea, Brachypodium pinnatum*), осока *Carex macroura* и лугово-лесное разнотравье (*Bupleurum longifolium, Heracleum dissectum, Trollius asiaticus, Viola uniflora*). Опушки лесов заняты остепненными лугами с участием лугово-лесных видов. В сложении травостоя **остепненных лугов** определяющее значение имеют луговые злаки *Festuca pratensis, Dactylis glomerata*, разнотравье представлено как луговыми (*Leucanthemum vulgare, Veronica chamaedrys*), так и лугово-степными (*Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Phlomoides tuberosa*) видами. **Луговые степи** встречаются главным образом на южных склонах холмов и балок. Обычно в сложении травостоя определяющую роль играет лугово-степное разнотравье, злаковую основу образуют *Stipa pennata*, *Phleum phleoides*, к югу в их составе возрастает активность *Stipa capillata*.

3. Горная лесостепь. Алтае-Саянская горная система, протянувшаяся с запада на восток на 14° и с юга на север на 8°, характеризуется высотными отметками вершин более 3000 м над ур. м. Влияние гор на климат определяет то, что на широте степной зоны господствуют лесные ландшафты. По мере движения в глубь горной системы возрастает континентальность климата, уменьшается влаго- и теплообеспеченность, увеличивается участие степных ландшафтов. Степи приурочены к межгорным котловинам, расположенным в разных частях горной системы на разных абсолютных высотах. Борта степных котловин заняты лесостепными ландшафтами. При характеристике особенностей местного климата горных лесостепных ландшафтов на первый план выступает теплообеспеченность, ее показателем может служить годовая сумма температур выше 10 °С. В соответствии с этим горные лесостепные ландшафты можно подразделить на 3 подтипа:

- умеренно-теплые ($\Sigma_{t>10^{o}C}$ 1200–1600 °С),
- умеренно-холодные ($\Sigma_{t>10\,^{\circ}C}$ 800–1200 °С)
- холодные ($\Sigma_{t>10\,^{\circ}C} < 800$ °С).

Наибольшее распространение в Алтае-Саянской горной системе имеет умеренно-теплая лесостепь. По флористическому составу сообществ и особенностям структуры растительности ее можно разделить на низкогорную ((400) 600–800 м над ур. м.) и среднегорную (800–1200 м над ур. м.).

Низкогорная умеренно-теплая лесостепь ((400) 600–800 м над ур. м.) представлена на Северном Алтае и в Хакасии (Куминова, 1960; Растительный…, 1976). Сумма температур выше 10 °С составляет 1400–1600 °С. На Северном Алтае данные лесостепные ландшафты приурочены к бортам долин крупных и средних рек, своим существованием они во многом обязаны феновым явлениям. Абсолютные высоты варьируют от 400 до 800 м над ур. м. В Хакасии лесостепной пояс приурочен к высотам от 600 до 800 м над ур. м. Полосой в несколько километров шириной он обрамляет Минусинские котловины с юга и запада. По бортам долин средних рек лесостепные комплексы заходят в лесной пояс. Высотно-поясной комплекс растительности представляют **березовые травяные леса**, **остепненные лесные луга** и **луговые степи.**

Северные склоны заняты преимущественно **березовыми травяными лесами**, местами значительную примесь составляют сосна и лиственница. В травостое лесов содоминируют злаки (*Calamagrostis arundinacea, Brachypodium pinnatum*), осока *Carex macroura* и лугово-лесное разнотравье. Пологие шлейфы теневых склонов и лесные поляны занимают **злаково-разнотравные остепненные лесные луга.** Они красочны, полидоминантны, в сложении их травостоя в равной мере участвуют лугово-лесные и лугово-степные виды, луговые виды необильны. Остепненные луга без лугово-лесных видов представляют собой антропогенные варианты остепненных лесных лугов. Южные склоны заняты **горными злаково-разнотравными луговыми степями** и их петрофитными вариантами. Злаковую основу луговых степей образуют коротко-корневищные (*Helictotrichon pubescens, Phleum phleoides*) и крупнодерновинные (*Poa transbaicalica, Stipa pennata*) растения. Блок лугово-степных видов разнообразен и представлен как широко распространенными на равнине (*Fragaria viridis, Phlomoides tuberosa*), так и горными (*Schizonepeta multifida, Bupleurum multinerve, Aster alpinus*) видами.

Таблица

Синтаксономическое положение зонально-поясных типов растительных сообществ лесостепи Западной и Средней Сибири

Равнинная	Березовые травяные леса	***Brachypodio pinnati–Betuletea pendulae*** Ermakov et al. 1991 ***Calamagrostio epigei–Betuletalia pendulae*** Korolyuk in Ermakov et al. 1991 ***Calamagrostio epigei–Betulion pendulae*** Korolyuk in Ermakov et al. 1991
	Остепненные луга, луговые степи	***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. 1943 ***Festucetalia valesiacae*** Br.-Bl. et Tx. ex Br.-Bl. 1949 ***Galatellion biflorae*** Korolyuk 1993
Предгорная	Березовые травяные леса	***Brachypodio pinnati–Betuletea pendulae*** Ermakov et al. 1991 ***Carici macrourae–Pinetalia sylvestris*** Ermakov et al. 1991 ***Vicio unijugae–Pinion sylvestris*** Ermakov et al. 1991
	Остепненные лесные луга	***Molinio-Arrhenatheretea*** R. Tx. 1937 em R. Tx. 1970 ***Carici macrouri–Crepidetalia sibiricae*** Ermakov et al. 1999 ***Aconito barbati–Vicion unijugae*** Ermakov et al. 1999
	Остепненные луга	***Molinio-Arrhenatheretea*** R. Tx. 1937 em R. Tx. 1970 ***Galietalia veri*** Mirkin et Naumova 1986 ***Trifolion montani*** Naumova 1986
	Луговые степи	***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. 1943 ***Festucetalia valesiacae*** Br.-Bl. et Tx. ex Br.-Bl. 1949 ***Festucion valesiacae*** Klika 1931
Низкогорная умеренно-теплая	Березовые, сосново-березовые травяные леса	***Brachypodio pinnati–Betuletea pendulae*** Ermakov et al. 1991 ***Carici macrourae–Pinetalia sylvestris*** Ermakov et al. 1991 ***Vicio unijugae–Pinion sylvestris*** Ermakov et al. 1991
	Остепненные лесные луга	***Molinio-Arrhenatheretea*** R. Tx. 1937 em R. Tx. 1970 ***Carici macrouri–Crepidetalia sibiricae*** Ermakov et al. 1999 ***Aconito barbati–Vicion unijugae*** Ermakov et al. 1999
	Злаково-разнотравные луговые степи	***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. 1943 ***Stipetalia sibiricae*** Arbuzova et Zhitl. ex Korolyuk et Makunina 2001 ***Aconito barbati–Poion transbaicalicae*** Korolyuk et Makunina 2001
Среднегорная умеренно-теплая	Лиственничные остепненные травяные леса	***Rhytidio rugosi–Laricetea sibiricae*** K. Korotkov et Ermakov 1999 ***Carici pediformis–Laricetalia sibiricae*** Ermakov in Ermakov et al. 1991 ***Carici pediformis—Laricion sibiricae*** Ermakov in Ermakov et al. 1991
	Луговые степи	***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. 1943 ***Stipetalia sibiricae*** Arbuzova et Zhitl. ex Korolyuk et Makunina 2001 ***Aconito barbati–Poion transbaicalicae*** Korolyuk et Makunina 2001
	Мелкодерновинные каменистые степи	***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986 ***Helictotrichetalia shelliani*** Hilbig 2000 ***Helictotrichion schelliani*** Hilbig 2000
Среднегорная умеренно-холодная	Травяно-ритидиевые лиственничные леса	***Rhytidio rugosi–Laricetea sibiricae*** K. Korotkov et Ermakov 1999 ***Festuco ovinae–Laricetalia sibiricae*** Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000 ***Irido ruthenicae–Laricion sibiricae*** Ermakov in Ermakov et al. 2000
	Стоповидноосоковые луговые степи	***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986 ***Helictotrichetalia shelliani*** Hilbig 2000 ***Helictotrichion schelliani*** Hilbig 2000
	Мелкодерновинно-стоповидноосоковые степи	***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986 ***Helictotrichetalia shelliani*** Hilbig 2000 ***Helictotrichion schelliani*** Hilbig 2000
Высокогорная криофитная	Криофитные лиственничные леса	***Rhytidio rugos–Laricetea sibiricae*** Korotkov et Ermakov 1999 ***Festuco ovinae–Laricetalia sibiricae*** Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000 ***Festuco altaicae–Laricion sibiricae*** Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000
	Криофитные луговые степи	***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986 ***Helictotrichetalia shelliani*** Hilbig 2000 ***Festucion tschujensis*** Korolyuk et Namsalov 1994
	Криофитные мелкодерновинные степи	***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986 ***Helictotrichetalia shelliani*** Hilbig 2000 ***Festucion tschujensis*** Korolyuk et Namsalov 1994

Среднегорная умеренно-теплая лесостепь (800–1200 м над ур. м.) представлена в Центральном Алтае и Туве (Куминова, 1960; Растительный…, 1985). В Центральном Алтае она приурочена к бортам расширенных речных долин (Урсул, Теньга и др.) и межгорных котловин (Канской), днище которых занято луговыми и крупнодерновинными степями. В Туве лесостепь этого типа обрамляет Туранскую и Центрально-Тувинскую котловину.

Северные склоны покрыты **лиственничными травяными остепненными лесами,** с ними соседствуют **мезофитные варианты луговых степей**. Состав травостоя лесов и луговых степей схож: преобладают лугово-степные виды (*Iris ruthenica, Fragaria viridis, Schizonepeta multifida, Carex pediformis*). Южные

склоны занимают **луговые степи с доминированием крупнодерновинных злаков** (*Helictotrichon altaicum*), сочетающиеся с **мелкодерновинными каменистыми степями.**

Умеренно холодная лесостепь (1400–1800 м над ур. м.) отмечена на Юго-Восточном Алтае и в Западной Туве. В западной части Юго-Восточного Алтая три участка приурочены к узкому долготному сектору (87º20′–88º10′ в. д.): нижняя часть южного макросклона Улаганского плато, нижняя часть южного макросклона Курайского хребта, южная периферия Курайской котловины, Самахинская котловина и прилегающий южный борт р. Джазатор. Рельеф — холмисто-грядовый, развитый на моренных отложениях. В Туве умеренно-холодная лесостепь образует подпояс горных степей и псевдотаежных лесов (перистепной) (Ильинская, 1980): на восточном макросклоне Шапшальского хребта, южном макросклоне Западного и Восточного Танну-Ола.

Теневые склоны покрывают **травяно-ритидиевые лиственничные травяные леса.** В сложении их травостоя определяющее значение имеют виды, способные произрастать на холодных почвах (*Bistorta vivipara, Bromopsis pumpelliana, Carex amgunensis, Trisetum sibiricum*), постоянно присутствует брусника, развит моховой ярус с *Rhytidium rugosum* и *Abietinella abietina*. К пологим склонам приурочены **стоповидноосоковые луговые степи**. Их основной доминант — *Carex pediformis*, заметное участие принимают мелкодерновинные злаки *Koeleria cristata, Poa attenuata* s.l. Разнотравье немногочисленно: *Artemisia santolinifolia, Aconogon alpinum, Bupleurum multinerve*. К световым каменистым склонам приурочены **мелкодерновинно-стоповидноосоковые степи,** в сложении их травостоя обычно участвуют петрофиты: *Orostachys spinosa, Kitagawia baicalensis, Potentilla sericea.*

Холодная (криофитная) лесостепь (2000–2200 м над ур. м.) отмечена на Юго-Восточном Алтае и в Западной Туве. Этот тип лесостепи встречается небольшими участками на крутых северных макросклонах, высотный диапазон в каждом конкретном случае редко превышает несколько десятков метров.

Вогнутые участки склонов занимают **криофитные лиственничные леса,** а выровненные участки — **криофитные луговые степи.** К выпуклым каменистым местообитаниям приурочены **криофитные мелкодерновинные степи.** Основным доминантом травостоя криофитных лесов и луговых степей является *Carex pediformis*, заметное участие в сложении травостоя принимают криофиты и крио-мезоксерофиты: *Bistorta vivipara, Festuca kryloviana, Kobresia myosuroides, Pachypleurum alpinum.* В травостое криофитных степей доминируют *Festuca tschujensis* и *Poa attenuata*, среди разнотравья преобладают дерновинные виды: *Oxytropis eriocarpa*, *Artemisia frigida.*

Таким образом, на территории Западной и Средней Сибири можно выделить следующие типы лесостепи:

- равнинная, западно-сибирская. Абсолютные высоты (Н) — 50–150 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 1800–2000 °С,
- предгорная, Н 200–400 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 1800–2000 °С,
- горная, Н 400–2200 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 600–1600 °С.

Горная лесостепь представлена 4 подтипами:

- низкогорная умеренно-теплая, Н (400)600–800 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 1600–1800 °С,
- среднегорная умеренно-теплая, Н 800–1200 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 1200–1600 °С,
- среднегорная умеренно-холодная, Н 1400–1800 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C}$ 800–1200 °С,
- высокогорная холодная, Н 2000–2200 м над ур. м., $\Sigma_{t > 10\,^{\circ}C} < 800$ °С.

Для каждого из типов характерен свой спектр основных типов растительных сообществ. В синтаксономической интерпретации эколого-флористической классификации различия в основном соответствуют уровню союза (табл.).

Роль различных типов лесостепи для различных регионов Южной Сибири заметно различается. Наибольшие площади охватывают равнинные лесостепные ландшафты Западно-Сибирской равнины, широтная полоса здесь достигает сотни километров. Ширина полосы предгорных лесостепных ландшафтов обычно составляет первые десятки километров. Горные умеренно-теплые и умеренно-холодные типы лесостепи формируют полосы в несколько километров, а протяженность фрагментов криофитной лесостепи редко превышает несколько сотен метров.

Список литературы

Банникова И. А. 1998. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия). М. 146 с. — *Банникова И. А.* 1983. Растительный покров. Структура высотной поясности // Горная лесостепь Восточного Хангая. М. С. 89–129. — *Дохман Г. И.* 1968. Лесостепь Европейской части СССР: К познанию закономерности природы лесостепи. М. 271 с. — *Ильинская С. А.* 1980. Алтае-Тувинско-Хангайская котловинно-горная лесорастительная провинция горных степей и лиственничных лесов // Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск. С. 282–326. — *Куминова А. В.* 1960. Растительный покров Алтая. Новосибирск. 449 с. — *Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И.* 1991. Степи Евразии. Л. 141 с. — *Макунина Н. И., Мальцева Т. В., Паршутина Л. П.* 2007. Горная лесостепь Тувы // Растительность России. № 10. С. 61–88. — *Пешкова Г. А.* 2010. Даурская лесостепь (состав, особенности, генезис). Барнаул, 144 с. — *Растительный* покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. 1985. Новосибирск. 253 с. — *Растительный* покров Хакасии. 1976. Новосибирск. 421 с.

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В ПРЕДЕЛАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. С. Малышева, П. Д. Малаховский

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2. E-mail: stipabin@gmail.com

Ключевые слова: *растительность, лесостепь, степь, зональность, высотная поясность.*

В течение 10 лет (2001–2010 гг.) лаборатория растительности степной зоны БИН РАН занимается изучением степной растительности в средней и южной части Приволжской возвышенности (в пределах Саратовской области).

По схеме ботанико-географического районирования (Лавренко и др., 1991) эта территория относится к Восточноевропейской лесостепной провинции, а большая южная часть — к Причерноморской степной. Саратовский геоботаник А. О. Тарасов (1977) в свое время писал, что Приволжская возвышенность расположена в пределах двух зон — лесостепной и степной. Однако граница, проведенная между ними (Балашов–Новопокровское–Екатериновка–Бакуры–Петровск–Вольск), на наш взгляд слишком схематична и нуждается в уточнении.

Приволжская возвышенность представляет собой особый регион крайнего юго-востока Русской равнины. Своеобразие Приволжской возвышенности заключается в том, что на ее территории наблюдается нарушение широтной зональности. Это происходит по причине наложения влияния рельефа на климат, а также в связи с историей геологического развития. Приволжская возвышенность является наиболее древней сушей юго-востока Русской равнины. Она поднялась в миоцене как отголосок мощных горообразовательных движений в зоне альпийской складчатости (Доскач, 1971). Затем происходили трансгрессии и регрессии древних морей и эпохи оледенений сменялись ксеротермическими фазами. В эпоху последнего Валдайского оледенения средняя и южная части возвышенности ледником не покрывались. По мнению Е. М. Лавренко (1938), растительность в этой перигляциальной области не была уничтожена полностью, но неоднократно менялась от лесных фаз к лесостепным и степным. В связи с этим каждый раз на правобережье Волги оставались как отдельные растения, так и группы видов растений дочетвертичных формаций. Например, лесов или более южных типов — степей. Это нашло отражение в современной структуре растительного покрова.

В связи с такой длительной историей развития сформировался достаточно сложный и сильно расчлененный рельеф. Он представлен системой отдельных возвышенностей, водораздельных поднятий и малых гор, тянущихся в виде двух прерывистых гряд параллельно Волге в субмеридиональном направлении. Они, как правило, чередуются с пологоволнистыми слегка всхолмленными равнинами междуречий древних долин. Наибольшие высоты по водоразделу (от 300 до 360 м над ур. м.) прослеживаются в лесостепной средней части возвышенности (Хвалынские горы, их максимальная высота 379 м). Каждая возвышенность (особенно, первой гряды) имеет четко выраженную структуру и состоит из следующих элементов: водораздел, западный и восточный макросклоны и волжские террасы (Макаров и др., 2006). На водоразделах (высоты от 260 до 360 м) четвертичные отложения отсутствуют. Сверху залегают пески, мергели, мела, опоки, песчаники и суглинки. Здесь формируются неполноразвитые скелетные почвы, как черноземного (черноземовидные), так и лесного (серые лесные почвы) типов. Западный макросклон пологий и длинный, переходящий в равнину. Здесь коренные породы сильно размыты и покрыты делювием с преобладанием обыкновенных (на севере) и южных (на юге) черноземов. Восточный макросклон — короткий и крутой. В нижней части в пределах высот 200–260 м он носит ступенчатый увалистый характер. По восточному макросклону на меловом субстрате формируются черноземы карбонатные. Вдоль Волги по берегам Саратовского водохранилища прослеживаются поверхности незатопленных террас. В большинстве своем они изрезаны балками и оврагами. Их высоты колеблются в пределах 35–180 м над уровнем Волги. Сложены террасы суглинками и опесчаненными глинами нижнемелового возраста. Здесь отмечены фрагменты южных черноземов (Макаров и др., 2006). В южной степной части возвышенности водоразделы снижены и представлены отдельными плато с высотами 200–250 м.

Субмеридиональное простирание Приволжской возвышенности вызывает неравномерное поступление тепла и влаги на западный и восточный макросклоны Приволжской возвышенности. Наветренные западные склоны и водоразделы являются более увлажненными и более холодными по сравнению с восточными склонами, более теплыми и засушливыми. Климат западных склонов можно считать умеренно континентальным, в то время как восточных склонов и волжских террас — резко континентальным (Климатическая…, 1996).

Подобные климатические особенности и структура рельефа, в частности его вертикальная дифференциация, определяют характер растительности на Приволжской возвышенности. Это проявляется в проникновении лесов по отдельным возвышенностям в степную зону. В то же время наблюдается проникновение настоящих степей на север за пределы степной зоны. Сочетание лесных и степных формаций свидетельствует о наличии на территории Приволжской возвышенности как лесостепи, так и степи.

Леса большими островами (протяженностью от 10 до 60 км) занимают гребни и склоны возвышенностей в пределах высот от 220 до 360 м. Вслед за В. Б. Сочава (1953), мы считаем, что в местах произрастания леса на Приволжской возвышенности формируется вертикальная поясность. Леса Приволжской возвышенности Т. И. Исаченко (1980) относит к восточноевропейским южно-приволжским широколиственным. Господствующими типами сообществ здесь являются дубравы, представленные широким спектром ассоциаций. Они произрастают в основном на серых лесных и черноземовидных почвах. По исследованиям В. В. Благовещенского (1971) и В. А. Болдырева (2003), большинство лесов являются производными. Основу древостоя в них образует дуб преимущественно порослевого происхождения и низкого класса бонитета. Вероятно, происхождение дубрав связано с широколиственно-сосновыми лесами. Доказательством этого является сохранившаяся примесь сосны во многих дубравах. Меньшие площади заняты липово-дубовыми, кленово-липово-дубовыми и березовыми лесами. На самых высоких водоразделах на песках встречаются разреженные сосняки. Соотношение лесов на сегодняшний день составляет: липовые — 32,5 %, дубовые — 34,2 %, сосновые — 22,5 %, прочие — 2,4 % (Куликова, Рыжова, 2010). В общей сложности леса занимают не более 15–20 % от общей площади возвышенности. Они находятся в непосредственном контакте с луговыми степями, формируя лесостепной пояс.

Луговые степи представлены неширокими полосами (100–200 м) по соседству с лесом, а также отдельными участками у подножия склонов и в межувальных понижениях. Их площадь составляет не более 5–7% от безлесных пространств. По Е. М. Лавренко (1980), луговые степи являются северным подзональным типом степной растительности. В его понимании эти сообщества характеризуются богатым видовым составом с преобладанием мезоксерофильных дерновинных злаков и осок и мезоксерофильного разнотравья. В качестве зональных злаков луговых степей Е. М. Лавренко указывает ковыли — *Stipa pennata*[1], *S. tirsa*, реже *S. dasyphylla* и рыхлодерновинные злаки — *Phleum phleoides* и *Helictotrichon schellianum*.

На Приволжской возвышенности луговые степи являются самым восточным вариантом европейских луговых степей, и это находит отражение в их составе. Они, так же как и их западные варианты, являются богаторазнотравными сообществами. Их видовая насыщенность колеблется в пределах 40–70 видов, а общее проективное покрытие составляет от 60 до 100 %. Основные доминанты — *Stipa pennata*, часто совместно со *Stipa capillata. Stipa tirsa,* в отличие от западных вариантов луговых степей, на Приволжской возвышенности встречается редко, а *Helictitrichon schellianum* и вовсе отсутствует. Здесь характерными видами луговых степей выступают корневищные злаки — *Bromopsis riparia* и *Poa angustifolia* и луговостепное мезоксерофильное разнотравье (*Adonis vernalis, Amoria montana, Paeonia tenuifolia, Galium verum, Linum flavum, L. perenne, Astragalus cicer, A. onobrychis, Fragaria viridis, Aster amellus* и др.). Достаточно представительна лесолуговая группа видов — эвримезофилов (*Asparagus officinalis, Vincetoxicum hirundunaria, Centaurea ruthenica, Anemone sylvestris, Acinos arvensis, Seseli libanotis, Oryganum vulgare, Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios* и др.). Участие степных видов (*Phlemis pungens, Gypsophila paniculata, Iris pumilla, Astragalus varius, Trinia multicaulis* и др.) значительно меньше. Крайне редко встречаются дерновинные злаки (*Festuca valesiaca, Koeleria cristata, K. glauca*). На выходах карбонатных пород господствуют кальцефилы — *Hedysarum grandiflorum, Bupleurum falcatum, Gypsophila altissima, Astragalus albicaulus, Thymus cimicinus, Globularia punctata, Onosma simplicissima*. Ценотическое разнообразие луговых степей на Приволжской возвышенности достаточно велико. Они приурочены к обыкновенным черноземам и представлены богаторазнотравно-злаково-перистоковыльными, богаторазнотравно-кострецово-перистоковыльными, богаторазнотравно-адонисово-перистоковыльными, богаторазнотравно-вейниково-ковыльными, богаторазнотравно-бобово-ковыльными, богаторазнотравно-спирейно-ковыльными, богаторазнотравно-кострецово-тырсовыми сообществами. Встречаются эдафические варианты луговых степей, связанные с щебнистыми, карбонатными, песчаными почвами. Петрофитные сообщества близки по видовому составу к зональным сообществам, но со значительным присутствием в травостое петрофильных видов (*Globularia punctata, Hedysarum grandiflorum, Galium octonarium, Reseda lutea, Onosma simplicissima* и др.) Псаммофитные варианты луговых степей представлены богаторазнотравно-приземистоосоково-перистоковыльными (*Stipa pennata, Koeleria glauca, Carex supina, Helychrysum arenarium, Potentilla argentea*) сообществами.

Настоящие степи (разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновиннозлаковые) на Приволжской возвышенности являются зональным типом растительности. Они огромным языком заходят с юга-запада на северо-восток по равнинным слабоволнистым междуречьям древних речных долин (Медведицы, Терешки, Волги), а также по склонам южных и юго-восточных экспозиций и нижней увалистой части восточного макросклона Приволжской возвышенности. Общая площадь настоящих степей составляет около 20% от безлесных пространств на возвышенности. Они являются более нарушенными сообществами по сравнению с луговыми степями, но активно восстанавливаются в связи с сокращением антропогенного пресса в течение последних 20 лет. Настоящие степи подразделяются на 2 подзональные полосы: разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновиннозлаковые.

На Приволжской возвышенности довольно широкой полосой распространены разнотравно-дерновиннозлаковые степи на обыкновенных и южных черноземах. Основными доминантами в сообществах яв-

[1] Номенклатура приводится по: С. К. Черепанов, 1995.

ляются *Stipa capillata, Festuca valesiaca* и *Koeleria cristata*. Корневищные злаки *Bromopsis riparia* и *Poa angustifolia*, господствующие в луговых степях, здесь лишь изредка выступают в роли содоминантов. То же самое можно сказать и о мезоксерофильном лугово-степном разнотравье (*Adonis vernalis, Paeonia tenuifolia, Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Trifolium montanum* и др). Однако достаточно обильно представлено и степное разнотравье (*Crinitaria villosa, Astragalus varius, A. testiculatus, A. dasyanthus, A. wolgensis, A. pallescens, Salvia stepposa, Iris pumila, Jurinea multiflora, Silene sibirica, Scabiosa ochroleuca, Falcaria vulgaris, Artemisia austriaca* и мн. др.). Видовой состав по сравнению с луговыми степями снижается до 25–35 видов в сообществе. Зональной группой ассоциаций разнотравно-дерновиннозлаковых степей являются типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca*), а характерными ассоциациями — молочайно-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Euphorbia virgata*), дроково-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Genista tinctoria*), шалфейно-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Salvia tesquicola*), кострецово-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Bromopsis riparia*), узколистномятликово-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Poa angustifolia*). На карбонатных и щебнистых черноземах, черноземовидных почвах распространены различные эдафические варианты растительных сообществ — копеечниково-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Hedisarum grandiflorum*), глобуляриево-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Globularia punctata*), качимово-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Gypsophila altissima*) и исетскоскабиозово-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Scabiosa isetensis*).

В полосе дерновиннозлаковых степей на южных черноземах меняется состав разнотравья и усиливается роль ксерофильных видов: *Potentilla bifurca, Seseli annuum, Onosma polychromum, Kochia prostrata, Ephedra distachia, Allium strictum, A. paniculatum*. Здесь более распространены грудницево-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Crinitaria villosa*) и бобово-типчаково-тырсовые (*Stipa capillata + Festuca valesiaca + Astragalus albicaulus*) ассоциации. На юге, в более узкой части возвышенности на южных черноземах тяжелого механического состава появляется ковылок (*Stipa lessingiana*), формирующий сообщества дерновиннозлаковых сухих степей, встречающиеся фрагментарно. В них появляются более ксерофильные злаки *Poa bulbosa* и *Bromus squarrosus,* полукустарник *Krascheninnikovia ceratoides* и полынь *Artemisia santonica,* более характерные для опустыненных степей. Доминантами здесь являются либо *Stipa lessingiana*, либо *Stipa capillata* с *Festuca valesiaca*. Основной группой ассоциаций сухих степей является типчаково-ковылковая (*Stipa lessingiana + Festuca valesiaca*). Особо следует отметить появление сообществ сухих степей по суглинистым почвам волжских террас на самом севере возвышенности. Здесь мы встречали терескеново-ковылковые сообщества, которые характерны для зональных вариантов сухих степей Заволжья.

Опустыненные степи на Приволжской возвышенности встречаются лишь на самом юге небольшими фрагментами в местах захождения каштановых почв и связаны с засоленными местообитаниями; представлены в основном белополынно-типчаковыми сообществами.

Таким образом, растительность на Приволжской возвышенности представлена сочетанием зонального типа (настоящие степи), связанного с межводораздельными равнинами, и высотнопоясных типов (леса и луговые степи) на склонах водоразделов. Следует отметить, что преобладающими по площади для луговых, настоящих и опустыненых степей являются их разнообразные эдафические варианты.

Исследования проводились по плану НИИР БИН РАН и при финансовой поддержке биологического отделения РАН и РФФИ (проект 09-04-00535а).

Авторы выражают благодарность флористам и геоботаникам Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского и директору национального парка «Хвалынский» В. А. Савинову за содействие в организации и проведении исследований.

Список литературы

Благовещенский В. В. 1971. Лесная растительность центральной части Приволжской возвышенности: Автореф. дис ... д-ра биол. Наук. Пермь. 35 с. — *Болдырев В. А.* 2003. Дубовые леса Саратовского Правобережья // Бюл. Ботан. сада Саратовского гос. ун. Вып. 2. Саратов. С. 25–28. — *Доскач А. Г.* 1971. Орография // Юго-восток Европейской части СССР. М. С. 19–23. — *Исаченко Т. И.* 1980. Восточноевропейские широколиственные леса // Растительность Европейской части СССР. Л. С. 166–177. — *Климатическая* карта Саратовской области 1996 // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов. — *Куликова Т. И., Рыжова И. Г.* 2010. Национальный парк «Хвалынский». http:// www.minobr.org/index. phpr optoin=com_mtree&task=att_download&link_id 3622pct_id=24. — *Макаров В. З., Чумаченко А. Н., Савинов В. А., Данилов В. А.* 2006. Национальный парк «Хвалынский»: ландшафтная характеристика и географическая информационная система. Саратов. — *Лавренко Е. М.* 1938. История флоры и растительности СССР по данным современного распространения растений // Растительность СССР. Т. 1. М.; Л. С. 235–296. — *Лавренко Е. М.* 1980. Степи // Растительность Европейской части СССР. Л. С. 203–272. — *Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И.* 1991. Степи Евразии. Л. 144 с. — *Тарасов А. О.* 1977. Основные географические закономерности растительного покрова Саратовской области. Саратов. 24 с. — *Сочава В. Б.* 1953. Растительность лесной зоны // Животный мир СССР. Т. 4. М.; Л. С. 7–61. — *Черепанов С. К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 990 с.

БОРЕАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ И ЕЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

В. Ю. Нешатаева[1], А. О. Пестеров[1], С. Н. Голубев[2]

[1] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

[2] Санкт-Петербургская Лесотехническая академия

197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2. E-mail: vneshataeva@mail.ru

Ключевые слова: *растительность, районирование, картографирование, Камчатка.*

Растительность п-ова Камчатка ранее изображалась только на мелкомасштабных картах всего Советского Союза или его частей. Наиболее известными являются «Геоботаническая карта СССР» под ред. В. Б. Сочавы и Е. М. Лавренко, м. 1 : 4 000 000 (1954) и «Карта растительности СССР» под ред. В. Б. Сочавы, м. 1 : 10 000 000 (1960). С этого времени степень геоботанической изученности территории Камчатки значительно увеличилась. В результате многолетних исследований, проведенных в 1974–2010 гг. экспедициями Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и каф. геоботаники ЛГУ/СПбГУ, накоплен большой фактический материал: свыше 3.8 тыс. геоботанических описаний, 46 опорных геоботанических профилей общей протяженностью около 250 км. Составлен ряд крупномасштабных карт растительности особо охраняемых природных территорий и ключевых участков в различных районах полуострова: «Геоботаническая карта Кроноцкого государственного заповедника» под ред. Ю. Н. Нешатаева, м. 1 : 100 000 (1979); «Карта растительности Южно-Камчатского природного парка» м. 1 : 300 000 (В. Ю. Нешатаев, 1992); «Геоботаническая карта центральной части Южно-Камчатского федерального заказника» м. 1 : 100 000 (В. Ю. Нешатаев, 1993); «Карта растительности трассы магистрального газопровода Кшук — Петропавловск-Камчатский» м. 1 : 500 000 (Л. И. Рассохина, Т. И. Кузякина, 2000) и др. Появились новые сведения о географическом распространении основных формаций и типов растительности полуострова, особенностях растительного покрова малоизученных труднодоступных районов западной и северной частей полуострова. Разработано новое геоботаническое районирование Камчатки (Нешатаева, 2009, 2011). В связи с этим возникла необходимость обобщения всего накопленного материала по растительному покрову этого обширного региона на новой обзорной геоботанической карте Камчатского края м. 1 : 5 000 000. Актуальность создания такой карты определяется большим научным интересом к вопросам географии растительного покрова севера Российского Дальнего Востока, его охраны, рационального природопользования в связи с усилением хозяйственного освоения этих территорий (интенсивное лесопользование, добыча полезных ископаемых, строительство дорог, ГЭС и газопроводов). Кроме того, в рамках Международного проекта IAVS “Circumboreal Vegetation Mapping” предполагается создание обзорной карты растительности бореальной зоны мира м. 1 : 7 500 000, на единых принципах и подходах, на основе международного сотрудничества геоботаников. Создаваемая карта растительности п-ова Камчатки и прилегающих территорий (м. 1 : 5 000 000) является составной частью этого проекта.

П-ов Камчатка по своему широтному положению находится в пределах Евразиатской таежной (хвойнолесной) области. По геоботаническому районированию Камчатки территория полуострова отнесена к особой Камчатской лиственнолесной подобласти Евразиатской таежной области. Самая северная часть полуострова — Камчатский перешеек, а также материковая часть Камчатского края (Пенжинский и Олюторский р-ны) находятся в широтной полосе (подзоне) лесотундры Берингийской лесотундровой области. При этом тундровая растительность по обоим побережьям встречается значительно южнее, доходя до п-ова Лопатка, где широко распространены приморские кустарничковые сообщества. На п-ове Камчатка, в связи с его значительной меридиональной протяженностью, океаничностью климата и сильной расчлененностью рельефа наблюдается значительное меридиональное смещение широтных зон. В связи с преобладанием горного рельефа на полуострове выделяются один тип, три подтипа и один вариант высотной поясности растительности (Нешатаева, 2009). Набор, сочетание и высотная приуроченность высотных поясов отражают провинциальные изменения растительного покрова полуострова. Растительный покров разных районов Камчатки значительно различается по набору и вертикальной приуроченности высотных поясов.

Зональная растительность наиболее хорошо выражена в центральной долине Камчатки и представлена хвойными лесами: ельниками из ели аянской (*Picea ajanensis*), лиственничниками из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi*), а также вторичными лесами из березы плосколистной (*Betula platyphylla*) и осины (*Populus tremula*). На побережьях и приморских склонах преобладают каменноберезовые леса (*Betula ermanii*), также образующие высотный пояс в горах. На Восточном побережье находится реликтовая роща пихты грациозной (*Abies gracilis)*, представляющая собой остаток доледниковой растительности полуострова. Обширные горные территории покрыты сообществами кедрового (*Pinus pumila*) и ольхового (*Alnus fruticosa* subsp. *kamtschatica*) стлаников. Вершины гор занимают кустарничковые горные тундры. Азональная растительность представлена верховыми и переходными болотами, распространенными на Западном и Восточном побережьях, а также в поймах крупных рек, и пойменными лесами, образованными тополем душистым (*Populus suaveolens*), чозенией (*Chosenia arbutifolia*), ольхой пушистой (*Alnus hirsuta*) и древовидными ивами (*Salix udensis, S. shwerinii*).

Камчатский перешеек, Парапольский дол, материковые районы Корякии и Корякское нагорье характеризуются преобладанием стланиковых сообществ на равнинах и склонах гор и широким распространением ерников и кустарничково-лишайниковых тундр. Лиственничные и каменноберезовые редколесья встречаются здесь только в закрытых долинах крупных рек. Приморские тундры (олиготрофные кустарничковые пустоши), образованные эрикоидными кустарничками (*Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea* subsp. *minus, Ledum palustre* subsp. *decumbens, Arctous alpina*, *Loiseleuria procumbens* и др.), широко распространены на побережьях, приморских равнинах и пологих склонах. По флористическому составу и структуре они близки к кустарничковым сообществам горных тундр.

Дифференциация растительного покрова Камчатки подчинена зональным и высотно-поясным закономерностям, на которые накладывается воздействие современного вулканизма. Это проявляется в локальных нарушениях растительного покрова в окрестностях действующих вулканов. Уничтожение растительности на обширных площадях приводит к трансформации структуры растительного покрова и нарушению закономерностей высотной поясности растительности. Вулканогенная трансформация растительного покрова проявляется в поддержании существования пионерных и серийных сообществ на шлаковых полях, лавовых потоках, отложениях наземных дельт сухих речек, а также в широком распространении длительнопроизводных белоберезняков и лиственничников на месте коренных еловых лесов.

Целью настоящей работы является создание мелкомасштабной обзорной геоботанической карты (м. 1 : 5 000 000) п-ова Камчатка и прилегающих районов материковой Корякии и Корякского нагорья (в пределах Олюторского и Пенжинского р-нов Камчатского края) с показом естественной восстановленной растительности. Карта представляет собой один из блоков карты бореальной растительности мира. Создание мелкомасштабной обзорной карты растительности такого крупного региона (Камчатского края), помимо анализа большого фактического материала, предполагает решение ряда теоретических вопросов, связанных с построением легенды. В легенде обзорной карты растительности необходимо отразить региональные особенности растительного покрова Камчатки и северной Корякии, показать специфику его структуры и динамики, связанную с воздействием современного вулканизма. Для этого было необходимо провести типологический анализ растительного покрова на основе разработанной эколого-фитоценотической классификации растительности Камчатки (Нешатаева, 2009), согласно которой типизация растительных сообществ производилась с учетом состава господствующей экобиоморфы эдификаторной синузии (для высших единиц классификации), а также доминантных, субдоминантных и индикаторных видов (для подчиненных единиц). В связи с этим нами принята многоступенчатая структура легенды к карте. При построении легенды использовали регионально-типологический принцип В. Б. Сочавы, разработанный для целей мелкомасштабного картографирования растительности Земного шара (Сочава, 1964). Список высших подразделений легенды, разработанный на основе этих принципов, насчитывает 12 категорий. Они соответствуют типу растительности или классу формаций в трактовке эколого-фитоценотической классификации ленинградской геоботанической школы, или формации (безранговой единице) в смысле западноевропейских ботаников.

Основой для создания карты явились:

- космоснимок Модис, позволяющий выделить в растительном покрове: кедровые, ольховые стланики и каменноберезовые леса; растительность горной тундры; снежники и ледники; редкостойные кедровые стланики; лиственничники; ельники;
- топографическая основа (м. 1 : 1 000 000);
- карта растительности СССР под ред. В. Б. Сочавы и Е. М. Лавренко (1956) (м. 1 : 10 000 000), позволяющая проследить горизонтальную зональность и вертикальную поясность растительности;
- карта лесов СССР под ред. А. С. Исаева (1991) (м. 1 : 2 000 000);
- материалы полевых исследований, включающие более 3000 привязанных к координатной сетке точек геоботанических описаний.

Используя вышеупомянутые материалы, мы сопоставляли основу и современные наземные данные и корректировали форму, размеры и содержание предварительных контуров. При составлении карты использовали метод совмещения нескольких слоев основы в пакете ArcGIS 9.3 и экспертное выделение основных контуров растительности. В сложных случаях использовали автоматическое разделение карты рельефа на заданные высотные пояса (отличающиеся в разных районах полуострова). Принятый минимальный размер контура составляет 0,04 см^2 (что в выходном масштабе Карты бореальной растительности (1 : 7 500 000) соответствует 225 км^2).

Обзорная мелкомасштабная карта такой обширной территории, как Камчатский край (протяженность с севера на юг 1600 км), должна отражать закономерности макроструктуры растительного покрова, связанной с дифференциацией факторов природной среды. Создаваемая карта принадлежит к категории инвентаризационных, фиксирующих состояние естественного растительного покрова полуострова в доагрикультурный период (Сочава, 1979). На карте отражается естественная восстановленная растительность без учета антропогенных изменений растительного покрова, произошедших за последние 300 лет, после присоединения Камчатки к России (1700 г.). Карта является ботанико-географической моделью, отражающей природные закономерности растительного покрова, обусловленные солярно-климатическими факторами и

воздействием современного и голоценового вулканизма. При составлении карты использованы следующие основные принципы, разработанные в Лаборатории географии и картографии БИН РАН (Грибова, Исаченко, 1972; Растительность…, 1980; Бондев и др., 1985; Грибова и др., 1988; и др.): 1) создаваемая обзорная карта предусматривает показ естественной восстановленной (реконструированной) растительности; 2) на карте будут отражены закономерности зональной дифференциации растительного покрова на равнинах и высотно-поясной дифференциации растительного покрова в горах, обусловленные изменениями климата в широтном и высотном направлениях, 3) на карте будут показаны региональные (провинциальные) черты растительного покрова, связанные с изменением океаничности-континентальности климата при продвижении от побережий к центру полуострова; 4) растительность горных территорий рассматривается как горный аналог зональных типов растительности; 5) принята многоступенчатая структура легенды к карте; 6) в основу легенды положены крупные подразделения, соответствующие формациям или типам растительности эколого-фитоценотической классификации.

Для равнинных территорий полуострова на равнинах показаны зональные типы растительности. Для горных районов показан следующий набор высотных поясов растительности: пояс хвойных лесов, пояс лиственных лесов, пояс субальпийских стлаников и пояс горных тундр. При взаимопроникновении высотных поясов мы считаем возможным использовать категорию макрокомбинаций (Грибова, Исаченко, 1972).

Список литературы

Бондев И., Борхиди А., Гофманн Г. и др. 1985. Карта растительности Европейских стран — членов СЭВ // Геоботаническое картографирование. Л. С. 7–34. — *Геоботаническая* карта СССР. М. 1 : 4 000 000 / Под ред. Е. М. Лавренко и В. Б. Сочавы. 1954. М.; Л. — *Геоботаническая* карта Кроноцкого государственного заповедника. М. 1: 100 000 / Под ред. Ю. Н. Нешатаева. 1979. Г. Елизово Камчатской обл. Фонды Кроноцкого государственного биосферного заповедника. — *Геоботаническая* карта центральной части Южно-Камчатского заказника. М. 1: 100 000 / Под ред. В.Ю. Нешатаева. 1993. Петропавловск-Камчатский. Фонды Камчатского филиала Тихоокеанского ин-та географии ДВО РАН. — *Грибова С. А., Исаченко Т. И.* 1972. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Т. 4. Л. С. 237–336. — *Грибова С.* А., *Карамышева З. В., Нейхейсл Р., Юрковская Т. К.* 1988. Карта растительности Европы и вопросы классификации // Геоботаническое картографирование. Л. С. 3–13. — *Карта* растительности СССР. М. 1: 10 000 000 / Под ред. В. Б. Сочавы. 1960. М. — *Карта* растительности трассы магистрального газопровода «Кшук – Петропавловск-Камчатский». М. 1: 500 000 / Л. И. Рассохина, Т.И. Кузякина. 2000. Петропавловск-Камчатский. Фонды Камчатского филиала Тихоокеанского ин-та географии ДВО РАН. — *Карта* растительности Южно-Камчатского природного парка. М. 1 : 300 000 / Под ред. В. Ю. Нешатаева. 1992. Петропавловск-Камчатский. Фонды Камчатского филиала Тихоокеанского ин-та географии ДВО РАН. — *Леса* СССР. М. 1: 2 500 000 (карта) / Под ред. А. С. Исаева. 1991. М. — *Нешатаева В. Ю.* 2009. Растительность полуострова Камчатка. М. 537 с. — *Нешатаева В. Ю.* 2011. Растительный покров полуострова Камчатка и его геоботаническое районирование // Тр. Карельского НЦ РАН. Сер. Биогеография. Вып. 11. С 3–22. — *Растительность* европейской части СССР / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. 1980. Л. 426 с. — *Растительный* покров СССР: Пояснительный текст к «Геоботанической карте СССР» / Под ред. Е. М. Лавренко, В. Б. Сочавы. 1956. М.; Л. Т. 1, 2. 971 с. — *Сочава В. Б.* 1964. Классификация и картографирование высших подразделений растительности Земли // Современные проблемы географии. М. С. 167–173. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 190 с.

КАРТА БОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ВЕРХОЯНСКОГО ХРЕБТА

Е. Г. Николин, Е. И. Троева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
677980, Якутск, пр. Ленина, 41. E-mail: enikolin@yandex.ru

Ключевые слова: *Верхоянский хребет, ботаническое районирование, долготно-широтные области.*

Верхоянский хребет (ВХ) — горное образование, расположенное в правобережье рек Лена и Алдан, образующее западную границу обширной Яно-Колымской области Северо-Восточной Азии. Предшествующими исследователями вопросы ботанического разграничения данной горной системы, пересекающей несколько географических зон, специально не освещались. В. Б. Куваев (1956, 1960), наиболее плотно изучавший растительность этой территории в 1950-х гг., довольно неопределенно ВХ подразделял на Западное и Восточное Верхоянье, что не всегда выдерживалось последователями. Согласно геоботанического районирования Якутии (Основные..., 1987), восточному сектору ВХ соответствует Сунтар-Хаятинский, а среднему — Верхоянский округа Северо-Восточной северотаежной подпровинции подзоны северотаежных лесов бореальной области. Северная его часть отнесена к Чекановско-Хараулахскому округу подпровинции Принижнеленских гор, подзоны субарктических тундр. Между тем реальная ситуация с пространственным разграничением флоры и растительности ВХ требует более точного и детального районирования этой горной системы. По этому вопросу нами уже были высказаны соображения в некоторых публикациях (Николин, 1991, 2009; и др.). В данном случае предлагается карта ботанического районирования ВХ, составленная на основе литературных источников и полевых материалов, собранных с 6 ботанических раз-

резов, экстраполированных в среде ГИС (программа ArcView 3.2. модуль Spatial Analyst) посредством пространственного анализа орографических особенностей хребта (рис.).

Следуя за В. Б. Куваевым и развивая его подход к ботаническому разграничению рассматриваемой горной системы, на карте районирования ВХ выделяем 4 долготно-широтных области: Восточное Верхоянье, охватывающее хребты Сетте-Дабан, Скалистый и Сунтар-Хаята, от границы с Хабаровским краем и Магаданской областью (южнее 62° с. ш. ограничивается верховьями р. Юдома), до левобережья р. Томпо; Центральное Верхоянье — часть ВХ, от правобережья р. Томпо до левобережья р. Дянышка; Западное Верхоянье, охватывающее хребет Орулган от правобережья р. Дянышка, до левобережья р. Бесюке, и Северное Верхоянье, занимающее Хараулахский хребет (включая хребет Туора-Сис), от правобережья р. Бесюке до Быковской протоки дельты р. Лены.

Восточное Верхоянье, в силу климатических особенностей, проявляющихся в повышенной влажности и обеспеченности теплом, выделяется наиболее пышной растительностью долин горных рек, относительно слабым развитием тундровой растительности, более высокими границами распространения древесной и кустарниковой растительности, массовым, хотя и подчиненным, участием древовидных берез в сложении лесного пояса, фрагментарным проявлением пояса березовых криволесий из *Betula ermanii* subsp. *lanata* — экстразонального элемента Охотской растительности. Это наиболее богатая во флористическом отношении область ВХ, в которой отмечено 71 семейство, 238 родов, 689 видов и внутривидовых таксонов высших растений. Флористическую специфичность Восточного Верхоянья, отличающую его от других областей ВХ определяют 4 семейства (*Aspleniacea*e, *Alismataceae*, *Araceae*, *Geraniaceae*), 31 род (11 % родовых таксонов флоры ВХ) и 135 видов (15 % видовых таксонов ВХ).

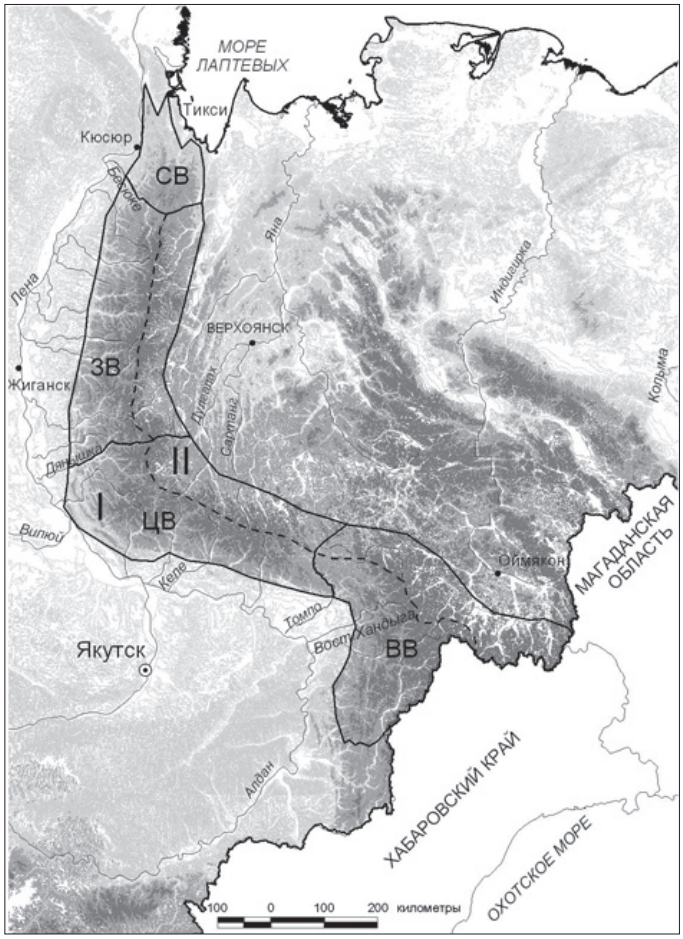


Рис. Карта ботанического районирования Верхоянского хребта.

Геоморфологические области: I — грядовая (узкодолинная), II — плосковершинная (широкодолинная). Широтно-долготные области: СВ — Северное Верхоянье, ЗВ — Западное Верхоянье, ЦВ — Центральное Верхоянье, ВВ — Восточное Верхоянье. Границы: *а* — геоморфологических областей, *б* — широтно-долготных областей.

Центральное Верхоянье отличается высокой обеспеченностью теплом, на фоне пониженной влажности. Соответственно, растительность долин здесь выглядит скуднее, тундровая растительность в верхней части склонов хорошо выражена, довольно широко в ней распространены элементы остепнения. Верхние границы распространения древесной растительности снижаются. Роль древовидных берез в сложении лесного пояса становится незначительной. Разнообразие флоры Центрального Верхоянья, по сравнению с предыдущей областью, существенно меньше — 69 семейств, 203 рода и 556 видов. Специфичность его флоры определяют 2 семейства (*Nymphaeaceae* и *Cornaceae*), 7 родов (3 %) и 29 видов (3 %).

В Западном Верхоянье показатели температурного режима снижаются. Наряду с этим арктические воздушные массы поддерживают достаточно высокий уровень увлажнения. Долинная растительность здесь не намного отличается от предыдущей области, но смешанные с елью леса проникают в горы на значительно меньшие высоты. Остепнение тундровой растительности проявляется в меньшей степени. Верхние границы распространения древесной растительности продолжают снижаться. Редуцируется пояс подгольцовых кустарников. Общее разнообразие растительных сообществ понижается. Соответственно снижается и состав флоры до минимальных значений в сравнении с другими областями ВХ — 63 семейства, 171 род, 451 вид. Флористическую специфичность данной области определяют 2 семейства (*Isoëtaceae* и *Ephedraceae*), 3 рода (1 %) и 13 видов (1.4 %).

Северное Верхоянье находится под жестким влиянием холодных арктических воздушных масс с минимальным запасом тепла и высокой влажностью воздуха, возмещающей растениям относительно небольшое выпадение осадков. Здесь, на фоне массового распространения тундровых сообществ, предельно редуцируется древесно-кустарниковая растительность. Причем среди тундровых фитоценозов преобладают

типы среднеувлажненных и влажных рядов. В Северном Верхоянье выявлено 61 семейство, 189 родов и 542 вида высших растений, что существенно превышает предыдущую область и не намного ниже Центрального Верхоянья. Флористическая специфичность данной области уступает только Восточному Верхоянью — 2 семейства (*Diapensiaceae* и *Plumbaginaceae*), 19 родов (7 %) и 117 видов (13 %).

Геоморфологами (Геоморфология…, 1967) ВХ по осевой линии подразделяется на две области: грядовую, или узкодолинную, и плосковершинную, или широкодолинную. В соответствии с названиями этих областей в грядовой области рельеф отличается остроконечными вершинами, узкими гребнями, заостренными, четко выраженными ребрами. На склонах гор массово распространены обнажения пород — скалы и осыпи. Горные реки протекают по мало разработанным узким долинам. В плосковершинной области горы имеют покатые вершины, их склоны в значительной степени задернованы. Обнажения горных пород распространены в значительно меньшей степени. Реки текут по широким долинам с образованием обширных излучин.

В растительности данных геоморфологических областей наблюдается ряд существенных различий. В грядовой области на формирование пойменной растительности существенное влияние оказывают *Picea obovata, Betula pendula, Sorbus sibirica, Sorbaria sorbifolia, Padus avium, Actaea erythrocarpa, Cacalia hastata, Senecio nemorensis, Solidago dahurica,* представители рода *Cypripedium* — виды, отсутствующие в плосковершинной области. Кроме того, по периферии гор сюда иногда проникают *Pinus sylvestris* и *Arctostaphylos uva-ursi*. Преимущественно грядовой области свойственно распространение осинников из *Populus tremula*. На склонах гор в сложении лесной растительности значительное участие принимают *Betula ermanii* subsp. *lanata* и *B. pendula.* Пояс подгольцовых кустарников из *Pinus pumila* также смещен в грядовую область. В плосковершинной области кедровый стланик распространен под пологом лиственничных редин и редколесий, но самостоятельного пояса уже не образует. В силу повышенной каменистости склонов, тундровая растительность грядовой области выражена в меньшей степени, более скудна, а ближе к периферии хребта — фрагментарна.

В плосковершинной области редуцируется пояс подгольцовых кустарников. Снижается разнообразие сообществ лесного пояса и долинной растительности. На склонах гор часто проявляется остепнение, а по периферии хребта нередко появляются и степи. На вершинах гор в приводораздельной части хребта хорошо выражена тундровая растительность.

В составе флоры названных геоморфологических областей имеются весьма существенные различия, но наши данные по ним пока недостаточно обработаны.

Список литературы

Геоморфология Восточной Якутии. 1967 / Русанов Б. С., Бороденкова З. Ф., Гончаров О. В. и др. Якутск. 375с. — *Куваев В. Б.* 1956. Растительность Восточного Верхоянья // Растительность Крайнего Севера и ее освоение. М., Вып. 2. С. 133–186. — *Куваев В. Б.* 1960. Закономерности распределения растительного покрова Западного Верхоянья // Матер. по изучению флоры и растительности высокогорий. Т. 5. М.; Л., С. 72–84. — *Николин Е. Г.* 1991. Флора и растительный покров Центрального Верхоянья: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Новосибирск. 14 с. — *Николин Е. Г.* 2009. Общие закономерности высотно-широтного распределения флоры Верхоянского хребта // Почвы и растительный мир горных территорий. М. С. 235–239. — *Основные* особенности растительного покрова Якутской АССР. 1987 / Андреев В. Н., Галактионова Т. Ф., Перфильева В. И. и др. Якутск: ЯФ СО АН СССР. 156 с.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ УРАЛА НА КАРТАХ РАЗНОГО МАСШТАБА

Н. Н. Никонова, О. В. Ерохина, Л. А. Пустовалова

Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202. E-mail: karta@ipae.uran.ru

Ключевые слова: *растительность, фитоэкологическое картографирование, антропогенная трансформация, оценка.*

Уральские горы, простирающиеся в меридиональном направлении, пересекают 6 природных зон: тундровую, лесотундровую, таежную (бореальную), широколиственную (неморальную), лесостепную, степную. Одновременно горы являются рубежом между сибирскими и европейскими флористическими областями. Несмотря на то, что горы относительно невысоки (высшая точка — гора Народная — достигает 1894 м над ур. м.), на их склонах прослеживается 6 высотных поясов: гольцовопустынный, горнотундровый, подгольцовый, горнолесной, горнолесостепной, горностепной. Высотные пояса по всему Уралу контактируют с соответствующими зональными подразделениями на равнинах, аналогами которых они выступают. Эта оригинальная концепция горизонтальной и высотно-поясной дифференциации растительного покрова была разработана П. Л. Горчаковским (1965) на основе обобщения классических работ ботаников-предшественников П. Н. Крылова, С. И. Коржинского, В. Н. Сукачева, Б. Н. Городкова, В. С. Говорухина, К. Н. Игошиной, В. Б. Сочавы, Л. Н. Тюлиной, Ю. Б. Юдина и др. Основные идеи

этих исследователей развиваются в настоящее время, иногда критически переоцениваются или находят фактическое подкрепление. Изучение флоры и растительного покрова Урала имеет большое значение для разработки важных теоретических проблем экологии, геоботаники, картографии, исторической фитогеографии.

Рассмотрим некоторые результаты проделанных геоботанических работ в пределах Уральского региона за период с 1960 по 2010 г. Наиболее значимыми картографическими произведениями являются обзорные мелкомасштабные карты большого коллектива авторов: «Нечерноземная зона РСФСР. Геоботаническая карта» м. 1 : 1 500 000 (1976); «Карта растительности Европейской части СССР» м. 1 : 2 500 000 (1979). Картографические разработки на Свердловскую, Челябинскую, горную часть Пермской области, а также на высокогорную часть Полярного и Приполярного Урала представлены сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН. С 1970-х гг. начинается углубленное геоботаническое изучение с использованием картографического метода для ряда ключевых участков в Предуралье, горной части Урала и Зауралье. При этом решался ряд не только практических задач по эколого-хозяйственному обустройству исследуемых территорий совхозных сельскохозяйственных угодий, но также разрабатывались методические основы создания оценочных карт, отражающих критические уровни пастбищных нагрузок на растительные сообщества. Картографический метод широко применялся при изучении запасов и размещения дикорастущих лекарственных и плодово-ягодных растений в отдельных районах Свердловской области.

Для высокогорий Урала разрабатывались методические основы составления крупномасштабных карт ключевых участков горных массивов на Северном (Тылайско-Конжаковско-Серебрянский горный массив) и Южном (массив Большого и Малого Иремеля) Урале. Принимая во внимание фрагментарность растительного покрова, комплексный характер и мозаичность растительных сообществ, геоботаническое картирование проводилось на основе иерархической системы топологических (территориальных) подразделений растительного покрова — фитоценохор (Сочава, 1979). Структура и пространственное распределение растительного покрова наиболее эффективно выявляются на основе аэрофотоснимков. Крупномасштабные карты высокогорной растительности отражают современное состояние растительных сообществ и позволяют прогнозировать динамические тенденции их спонтанного развития. Элементарные фитоценохоры, выделяемые в процессе исследований, объединялись на 3 уровнях интеграции, которые соответствовали фитоценомерам в ранге ассоциаций, групп ассоциаций и формаций.

Огромное внимание уделялось созданию учебных, научно-просветительских и справочных карт. Сотрудники Института экологии растений и животных УрО РАН участвовали в разработке специального содержания карт и текстов «Атласа Челябинской области» (Горчаковский и др., 1976) и «Атласа Свердловской области» (Горчаковский и др., 1997). В первом опубликована «Карта растительности Челябинской области» м. 1 : 2 000 000, во втором — «Карта растительности Свердловской области» м. 1 : 2 500 000. Здесь же даны карты-врезки «Границы распространения некоторых видов деревьев» и «Основные места концентрации эндемиков и реликтов» м. 1 : 5 000 000. Такие карты имеют научно-познавательное значение и используются в программе обучения высшей и средней школы, а также организациями и ведомствами при разработке мероприятий по планированию народного хозяйства и охраны окружающей среды. В 1980 г. опубликована «Карта охраны растительного мира Нечерноземной зоны РСФСР» м. 1 : 1 500 000 (Нечерноземная…, 1980). Специальное ботаническое содержание на Свердловскую и Пермскую области было разработано уральскими авторами во главе с А. С. Карпенко. Принципы и методы картографирования охраняемых ботанических объектов только начинали разрабатываться. Это был самостоятельный тип ботанических карт. Для их составления необходим специальный сбор и систематизация материалов по существующим и предлагаемым к охране объектам растительности. Карты охраны растительного мира довольно полно передают картину использования и степень сохранности естественной растительности.

Анализ и оценка состояния окружающей среды, разработка экологического прогноза возможного развития природных экосистем являются одним из основных разделов экологического контроля. Такая комплексная работа по изучению закономерностей эволюции функционирования и рационального использования экосистем поймы Нижней Оби проводилась Институтом экологии растений и животных УрО РАН с 1980-х гг. На примере ключевого участка в пойме была проведена экологическая дифференциация пойменной растительности на основе крупномасштабной геоботанической карты (Никонова, Фамелис, 2008). Индикатором экологических условий поймы обычно выступает почвенно-растительный покров. Он четко реагирует на смену экологической ситуации, чем объясняется его чрезвычайно высокая динамичность. Наиболее существенные различия в составе и структуре пойменных сообществ отмечены на разных высотно-экологических уровнях. Они представляют собой взаимосвязанные составные сочетания экосистем, где нарушение одного звена неминуемо приводит к нарушению экологической взаимосвязи во всей системе. Экологическая дифференциация территории представляет собой расчленение пространства на участки, однородные по своему биоценотическому и экологическому потенциалу, поэтому в создании экологических карт геоботаническое начало играет основную роль. Картируемой единицей экологической карты является вид экосистемы. Вид экосистемы объединяет всю совокупность биоценозов от начальной до субклимаксовой стадии, функционирование которых сохраняется в рамках определенных экологических условий. Для каждого подразделения экосистем выделены эколого-ценотические группы видов растений,

которые можно определить как структурные части экосистемы, включающие экологически, биологически и морфологически (на уровне жизненных форм) близкие видовые популяции, занимающие определенные экологические ниши в экосистеме. Кроме того, учитывался диапазон гипсометрических уровней, продолжительность затопления и величина отложения наилка. На основе картографических материалов и другой разнообразной информации, было установлено, что для смены видов экосистем необходимо 200–600 лет, а для смены высотно-экологических уровней — от 1500 до 6000 лет. Такие расчеты могут помочь при проведении работ по реконструкции палеоландшафтов, а также для оптимального использования земель.

Изучение растительного покрова России показало, что происходит замена коренных (квазинатуральных) растительных сообществ производными, упрощение флористического состава и структуры растительных сообществ, снижение уровня их стабильности и продуктивности. На месте естественных сообществ появляются сельскохозяйственные земли с культивируемой растительностью, населенные пункты, промышленные отвалы и т. д. Результатом изучения экологической ситуации растительных сообществ на локальном и региональном уровнях на Урале и прилегающих территориях служит серия карт. Они содержат информацию о последствиях воздействия человека на растительность и природную среду, а также отражают современное состояние и тенденции изменения разных категорий экосистем и их основных компонентов. Создание таких карт осуществляется в несколько этапов (Горчаковский и др., 2000). 1-й этап — инвентаризация современного растительного покрова. 2-й — изучение сукцессий растительности, происходящих под влиянием антропогенных факторов. Установление критериев оценки антропогенной нарушенности разных категорий растительных сообществ на основе ранжирования индексов трансформации. 3-й — отображение выявленных закономерностей на геоботанической карте. 4-й — ботанико-географическое деление изучаемой территории Размер комплексов зависит от степени неоднородности растительного покрова и масштаба картирования. В данном случае речь идет о фитоценохорах топологического и регионального уровней размерности. 5-й — оценка состояния растительного покрова. В качестве основного параметра принимается соотношение площадей коренных, производных растительных сообществ и культивируемых земель. В ходе картометрического анализа определяются значения индексов трансформации типологических подразделений растительного покрова и выделенных территориальных комплексов. 6-й этап — фитоэкологическая дифференциация территории. Полученные индексы ранжируются. Для зонально-типологических подразделений определяется степень трансформации (слабая, умеренная, сильная, очень сильная). Деградация территориальных комплексов отражает уровни нарушенности определенного участка территории независимо от его типологической принадлежности. Основное содержание карты раскрывается через легенду, которая включает весь состав картируемых подразделений растительного покрова и имеет матричную структуру. Табличный вариант легенды позволяет отражать разнообразие зонально-типологических категорий и степени их трансформации в каждом территориальном комплексе. Понятие территориального комплекса растительности близко к понятию фитоценохор, предложенному В. Б. Сочавой (1979), который различал фитоценохоры планетарного, регионального (субрегионального) и топологического уровней. Эти уровни взаимосвязаны, но каждый из них характеризуется своими временными, пространственными, экологическими и динамическими особенностями. Практическое приложение этих методических подходов можно проиллюстрировать на примере создания ряда фитоэкологических карт. На «Фитоэкологической карте Свердловской области» м. 1 : 1 500 000 (Горчаковский и др., 1995а, б) произведена интегральная оценка процессов, происходящих как в типологических (зональных) подразделениях, так и в территориальных комплексах (геоботанических округах). Фитоэкологическая карта позволяет сделать ряд выводов о процессе антропогенной трансформации растительного покрова на территории области и определить скорости разрушения и восстановления экосистем. Для каждого геоботанического округа было подсчитано видовое разнообразие высших сосудистых растений и выявлены закономерности распределения видов в ландшафтах. Отмечено, что наибольшим флористическим разнообразием отличаются горные, предгорные и лесостепные ландшафты. В юго-западной и юго-восточной частях области распространены сельскохозяйственные земли, естественная растительность сохранилась лишь фрагментарно. Несмотря на это флористическое разнообразие в данных районах остается высоким. Проведенный таксономический, экологический, ценотический и географический анализ флоры на изучаемых территориях показал, что в структуре флоры происходят следующие изменения: по количественному соотношению ценогенетических групп преобладающими являются эвритопные виды. Главную роль в составе флоры играют многолетние травянистые мезофильные виды, имеющие европейский эколого-фитоценотический оптимум распространения. В настоящее время ядро флоры представлено смешанным бореально-неморально-лесостепным флористическим комплексом. Хотя лесостепной характер флоры сохраняется, тенденция его явно бореальная. Выяснилось, что флорогенез и развитие растительного покрова протекают совместно, но подчиняются не только общим правилам, но и присущим для этих процессов закономерностям. Флоре в большей степени свойственны черты исторического консерватизма, ее изменения происходят значительнее медленнее, чем изменения растительных сообществ. Итогом флористических и геоботанических исследований на территории лесостепи стало создание серии крупномасштабных карт растительности на разные исторические периоды XVIII, XX, XXI вв. с отражением восстановленного, современного и потенциального растительного покрова.

Юго-восточная часть Свердловской области тоже характеризуется напряженной экологической обстановкой. Поэтому разработанные методические основы создания фитоэкологических карт были использованы при создании «Карты антропогенной трансформации экосистем Каменского района Свердловской области» м. 1 : 100 000 (Никонова, Фамелис, 1997). Установлена степень трансформации экосистем (лесов, лугов, болот) и определена экологическая ситуация всего района. В результате анализа полученных данных и сопоставления их с тематическими картами выделены экологические зоны, обусловленные ходом исторического развития растительного покрова и местными физико-географическими условиями. Карта позволяет обоснованно рассмотреть проблему дальнейшего использования природных ресурсов и обеспечить репрезентативность выделения особо охраняемых природных территорий.

Оценка состояния растительного покрова Урала и Предуралья (региональный уровень) проведена на основе ботанико-географической картосхемы (Горчаковский и др., 1975). На ней отражены основные типологические, провинциальные и зональные категории региональной размерности. При проведении оценки экологического состояния растительности основной территориальной единицей была принята провинция, как наиболее удобная в этих целях категория размерности растительности гор. В целом территория Урала и Предуралья в рамках схемы занимает 374 тыс. км². Анализ состояния растительного покрова Урала проводился с использованием разработанной методики для Свердловской области. Это позволило достаточно корректно перейти к количественной оценке величин критических нагрузок и их отражению на карте. Выделены 4 экологические зоны (1 — слабая, 2 — умеренная, 3 — сильная, 4 — очень сильная), которые в количественном отношении на территории Урала распределились следующим образом: 1 — 29%; 2 — 16,7%; 3 — 33,8%; 4 — 20,5%. Таким образом, при оценке трансформации растительного покрова картографическим методом на всех уровнях используется ландшафтная единица, которая является одновременно эволюционной и генетической. Такой методический подход удовлетворяет производственным запросам. В теоретическом же плане он является перспективным, т. к. дает возможность рассматривать трансформацию как исторический процесс, меняющий наше представление об эволюции ландшафта.

В последнее время в связи с развитием географических информационных технологий открываются новые возможности для решения проблем сохранения и контроля за биоразнообразием на всех уровнях масштабности. Наряду с созданием карт развитие в последние годы получила разработка флористических баз данных, которые объединяют разнообразные количественные параметры по видам. Разрабатывалась концепция сохранения фиторазнообразия национальных (природных) парков Уральского региона в режиме рекреационного использования территории. Объектами изучения являются национальные (природные) парки Уральского региона, назначение которых состоит, с одной стороны, в сохранении разнообразия растительного покрова, а с другой — в рекреационном использовании территории. Проведены детальные геоботанические и флористические исследования на ключевых объектах. Такими объектами служили природный парк «Оленьи ручьи» (Средний Урал), проектируемый природный парк «Тургояк», национальные парки «Таганай» и «Зюраткуль» (Южный Урал), а также Ильменский государственный заповедник им. В. И. Ленина (Южный Урал). Работа проводилась под руководством академика П. Л. Горчаковского при поддержке гранта РФФИ «Методические основы создания фитоэкологических карт, отражающих современное состояние, уровень антропогенной трансформации и динамические тенденции растительного покрова особо охраняемых природных территорий». Исследования в таком плане проведены на Урале впервые. В целом для вышеперечисленных территорий разработаны классификационные схемы растительного покрова и составлены геоботанические и фитоэкологические карты. Особое внимание уделялось созданию флористических баз данных на изучаемые объекты, которые включали следующий тип информации: наименование вида, рода, семейства, распространение на исследуемой территории, ценотическая и экологическая группы, жизненная форма, географический и зональный элементы. Для эндемиков, реликтов и других видов редких и исчезающих растений устанавливаются места их концентрации, подлежащие особой охране. Сопоставление флористической и геоботанической информации позволяет наиболее глубоко проанализировать динамические тенденции развития растительного покрова и дать научное обоснование их функциональному зонированию.

В настоящее время отчетливо проявляется значение использования ГИС-технологий, когда можно проигрывать всевозможные сценарии, выбирая наиболее важный, нужный и необходимый и планировать конкретные действия по охране и рациональному использованию биологических ресурсов.

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарного проекта Уральского отделения РАН № 09-М-45-2002 «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала»; и Инициативного проекта регионального конкурса РФФИ «Урал» № 10-04-96-055 «Биоразнообразие растительного мира Среднего и Северного Урала (Свердловская область)».

Список литературы

Горчаковский П. Л. 1965. О соотношении между горизонтальной и вертикальной поясностью растительного покрова на примере Урала и прилегающих равнин // Тр. АН СССР. Урал. фил. Ин-т биологии. Вып. 42: География и динамика растительного покрова. Ч. 2. С. 3–32. — *Горчаковский П. Л., Грибова С. А., Исаченко Т. И., Карпенко А. С.,*

Никонова Н. Н., Фамелис Т. В., Федорова И. Т., Шарафутдинов М. И. 1975. Растительность Урала на новой геоботанической карте // Бот. журн. Т. 60. №10. С. 1385—1400. — *Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В., Шарафутдинов М. И.* 1976. Карта растительности. М. 1 : 2 000 000 //Атлас Челябинской области. М. С. 11. — *Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В.* 1995а. Фитоэкологическая карта Свердловской области: (Методика составления и система оценки антропогенных воздействий) // Пробл. регион. экологии: Обществ.-научн. журн. Екатеринбург. Сигнал. вып. С. 38–47. — *Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В., Ляхович Э. М.* 1995б. Фитоэкологическая карта Свердловской области. М. 1 : 1 500 000./ УрО РАН, Институт экологии растений и животных. Екатеринбург. — *Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В., Шарафутдинов М. И.* 1997. Карта растительности. М. 1 : 2 500 000 // Атлас Свердловской области. Екатеринбург. С. 16–17. — *Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В.* 2000. Фитоэкологическая карта как средство оценки состояния и антропогенной трансформации растительного покрова // Экология. № 6. С. 411–418. — *Карта* растительности Европейской части СССР / АН СССР. Бот. ин-т им. В. Л. Комарова. М. 1 : 2 500 000. 1979. — *Нечерноземная* зона РСФСР: Геоботаническая карта / АН СССР. Бот. ин-т им. В. Л. Комарова. М. 1 : 1 500 000. 1976. — *Нечерноземная* зона РСФСР: Карта охраны растительности / АН СССР. Бот. ин-т им. В. Л. Комарова. М. 1 : 1 500 000. 1980. — *Никонова Н. Н., Фамелис Т. В.* 1997. Карта антропогенной трансформации экосистем Каменского района Свердловской области. М. 1 : 100 000. Екатеринбург. — *Никонова Н. Н., Фамелис Т. В.* 2008. Дифференциация экосистем поймы Нижней Оби и некоторые аспекты ее эволюции // Биологические ресурсы и природопользование: Сб. науч. тр. Вып. 11. Сургут. С. 3–16. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 190 с.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И ОЦЕНКА СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СООБЩЕСТВ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ПРАВОБЕРЕЖЬЯ Р. ЛЕНА)

Н. И. Новицкая, Е. Г. Суворов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1. E-mail: postman@irigs.irk.ru

Ключевые слова: *динамика фитоценозов, пространственная структура, картографирование структуры растительного покрова.*

Сохранение существующих бореальных лесов возможно через обеспечение рационального использования ресурсов и сохранения биологического потенциала их восстановления. Картографическая интерпретация современной пространственной структуры сообществ представляет собой модель, отражающую региональные особенности, топологические закономерности и динамическое состояние. Крупномасштабные геоботанические карты, построенные на основе натурных исследований, являются инструментом для аналитических заключений прогнозного характера и могут использоваться для разработки стратегии сохранения лесов при решении конкретных прикладных задач.

Региональное типологическое разнообразие лесов, отражается на карте выделами коренных (ненарушенных) лесов, характерных для разных экологических условий данного региона и мозаикой серийных восстановительных сообществ. Дифференциация пространственной организации и систематизация классификационной соподчиненности выявляется методом картографирования современного состояния на топографической основе разного масштаба.

Естественная природная динамика значительно осложняется и прерывается внешними факторами, вызванными деятельностью человека, что обычно связано с освоением новых территорий, добычей и транзитом природных ресурсов и пр. Пожары при этом приобретают масштабный характер, и сукцессии лесов становятся катастрофическими. Антропогенные факторы всегда носят деструктивный характер и приводят к изменению структуры фитоценозов или к полному их уничтожению. Восстановительная способность фитоценозов зависит от силы воздействия внешних факторов, степени преобразования структуры и их восстановительного потенциала или способностей. Устойчивость, как способность противостоять воздействию деструктивных факторов, зависит от особенностей составляющих фитоценоз элементов и обусловлена флористическим составом, обилием отдельных видов, соотношением жизненных форм, возрастной структурой древостоя. Пожары, наряду с фитоценотическими факторами являются катализатором динамики и условием существования современного состояния растительных сообществ.

В сообществах бореальных лесов Сибири кедр (*Pinus sibirica* Du Tour), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb*., L. daurica* Turcz. ex Trautv.), ель (*Picea obovata* Ledeb.), пихта (*Abies sibirica* Ledeb.) занимают эдифицирующие позиции. Но эта роль ограничивается динамическими проявлениями, часто определяющимися антропогенным характером.

В настоящее время, при интенсивном освоении северных районов, возникла необходимость комплексной оценки территории и разработки методов устойчивого управления и сохранения биоразнообразия лесов. Основанием инвентаризации состояния структуры и выявления динамических форм являются детальные описания растительных сообществ с выявлением тенденций развития сообществ и картографическое

представление структур их состояний для последующего анализа и дифференциации режимов природопользования.

В частности, это актуально для территории Ковыктинского газоконденсатного месторождения, крупнейшего в Восточной Сибири, охватывающего Верхоленье. На региональном ключевом участке было проведено исследование структуры биогеоценозов и картографирование растительного покрова с привлечением дистанционных данных. Карта современной растительности на южный участок Ковыктинского месторождения основана на натурных исследованиях и построена на синтезе фитоценологической характеристики фитоценозов и анализа местоположения (водораздельные поверхности, склоны разной экспозиции и крутизны, абсолютная высота местности) средствами GIS с использованием лесной таксации и космических снимков на топографической основе. Применен метод генерализации трех уровней. Контуры ассоциаций выделялись в масштабах 1 : 25 000 и 1 : 50 000. Переиндексацией контуров и повторным слоем векторизации, с одновременной генерализацией, переводились в таксоны карты м. 1 : 100 000. Карта современной растительности м. 1 : 200 000 получена способом дальнейшей генерализации контуров.

Для выявления динамических связей сообществ использовался косвенный метод сравнительного изучения сообществ экологических рядов (Александрова, 1964), что соответствует, в нашей интерпретации, общности структуры сообществ и однородным условиям местообитания (геологическим, топологическим и почвенным). Полученные характеристики фитоценозов использовались при классификации растительности. Типизация растительности на уровне ассоциаций проводилась на основе анализа флористического состава по доминантному принципу с использованием структурно-ценотических, экологических и топологических характеристик. Для интерпретации динамического состояния применен структурно-динамический принцип (Сочава, 1972). Фрагмент пространственной структуры и динамического состояния растительности водосборного бассейна р. Чикан представлен результатами картографирования в масштабе 1 : 200 000.

В генетическом отношении растительность площади относится к горнотаежным лесам среднесибирской и южносибирской формации Урало-Сибирской фратрии формаций (Растительность…, 1972). Характеристика растительности Верхоленья ранее частично освещена в работах некоторых исследователей (Балаганов и др., 1964; Балаганов, 1965; Водопьянова, 1984). Для территории нами выделены коренные сообщества: темнохвойные и лиственнично-темнохвойные моховые и травяно-моховые междуречий и высоких террас; заболоченные темнохвойные и лиственнично-темнохвойные кустарниково-моховые и травяно-моховые, еловые моховые и разнотравно-моховые в долинах крупных рек, светлохвойные разнотравно-зеленомошно-брусничные и бруснично-зеленомошные по выходам известняков и доломитов. Сосновые остепненные и остепненные сообщества по крутым склонам южной экспозиции. Определяющим фактором дифференциации растительности для этой местности, горный характер которой наиболее выражен в придолинных местоположениях, является рельеф.

Современное исследование показало что, коренные (условнокоренные) сообщества сохранились фрагментарно, в основном, на водоразделах в труднодоступных местах и представлены кедровыми с лиственницей, елью, пихтой мелкотравно- чернично- зеленомошными, кедровыми с пихтой мелкотравно-моховыми и кедрово-пихтовыми с лиственницей и елью мелкотравно-чернично-зеленомошными лесами на водоразделах и приводораздельных пологих склонах на абсолютных высотах 900–1100 м; кедровыми с пихтой и лиственницей мелкотравно–бруснично-зеленомошными на склонах и выровненных поверхностях на 500–900 м.

Доминирующей породой в устойчиво производных сообществах на месте темнохвойной тайги является лиственница (*Larix sibirica*). Кедр (*Pinus sibirica*) и пихта (*Abies sibirica*) чаще всего входят в качестве содоминанта в состав второго яруса. Разновозрастная примесь березы и осины (*Betula platyphylla* Sukaczev*, Betula alba* L.*, Populus tremula* L.) в составе древостоя всегда присутствует в нарушенных сообществах с разной степенью обилия. В пройденных верховым пожаром сообществах образуются мелколиственные кратковременнопроизводные леса, повторные пожары отдельных частей территории приводят к устойчиво производным состояниям как лесных, так и травяных сообществ.

Пихта устойчиво отмечена практически во всех полидоминантных темнохвойных лесах во втором пологе и подросте. Чистые пихтарники встречаются на высоких водоразделах, но имеют крайне небольшую площадь.

Ель присутствует в качестве содоминанта на склонах северной и северо-западной экспозиции, часто в нижних частях склона. Наиболее сохранившиеся комплексы еловых лесов (мохово-хвощевые) представлены на низких террасах долин. Сообщества с доминированием ели отмечены по всей долине р. Чикан, притока второго порядка р. Лены.

Характерным элементом выположенных долин являются моховые ерники из (*Betula humilis* Schrank и *B. exilis* Sukaczev), разнотравно-злаковые и злаково-осоковые луга разной степени увлажнения, моховые и травяные болота. Причем моховые ерники часто имеют следы пирогенного воздействия.

Сосновые и лиственничные травяные леса занимают наибольшие площади на склонах правого берега р. Лена и в среднем и нижнем течении р. Чикан на склонах южной экспозиции. На крутых склонах южной экспозиции отмечены сухие сосновые леса с элементами остепнения. Часто поражаемые пожарами травяные леса носят устойчиво производный характер.

Основные виды антропогенного влияния на протяжении длительного времени здесь — вырубка леса, эпизодические регулярные пожары, как вследствие естественных причин, так и антропогенной деятельности, расширение поселков, распашка и окультуривание лугов, использование сельскохозяйственных земель. Хотя, судя по соотношению площадей производных, на территории представлены в основном кратковременно- и устойчиво-производные сообщества, и территориальная структура эквифинальных стадий сукцессий растительный покрова имеет мозаичный трансформированный характер, элементы коренных темнохвойных лесов и структуры их сообществ сохраняются с проявлением эдифицирующей роли темнохвойных древесных в конкретных экологически обусловленных местоположениях.

При сложившемся уровне современного освоения сохраняется способность воспроизводства характерных черт структуры бореальных растительных сообществ эквифинальных сукцессионных стадий. Они мозаично локализованы верховьями водосборов верхних высотных уровней и долинными, часто заболоченными комплексами, нижних уровней территории.

Комплексный анализ растительности участка газового месторождения позволил разработать ограничения на осуществление хозяйственного освоения данной территории, сопровождаемое серией сопряженных аналитических карт. Участки ценных темнохвойных лесов, сохранившие исходную структуру, имеющие большой потенциал в сохранении генетического фонда, биологического разнообразия, выполняющие водоохранные функции и, вместе с тем, неустойчивые к пожаром и светлохвойные остепненные леса на крутых склонах, выполняющие противоэрозионную функцию, рекомендованы к сохранению существующего состояния и запрещены к использованию. Большая площадь кедровых лесов является, закрепленной нормативно орехопромысловой зоной и не подлежит освоению. Здесь, в последние годы, было несколько крупных пожаров (1993–2003 гг.) и условнокоренные кедровые, пихтово-кедровые и пихтовые мелкотравно-чернично-зеленомошные, мелкотравно-зеленомошные леса и бруснично-зеленомошные леса заменились на производные березовые кустарничково-мелкотравно-зеленомошные и травяные, лиственнично-березовые с подростом кедра и лиственницы мелкотравно-зеленомошные и кедрово-лиственничные с подростом кедра и пихты мелкотравно-зеленомошные леса. Практически во всех серийных сообществах сохраняется стойкая тенденция к восстановлению за счет благонадежного подроста кедра, лиственницы и ели. На участках с нарушенными темнохвойными сообществами со слабой тенденцией к восстановлению, светлохвойных и мелколиственные лесов, имеющих средозащитное значение, рекомендовано использование с локальными ограничениями для крутых склонов и в местах произрастания редких видов. Низкозначимые средне- и высокоустойчивые сообщества рекомендованы к развитию с локальными ограничениями при обнаружении редких видов и локальной санацией на гарях и ветровалах. Кроме того, имеются ограничения на осуществление хозяйственной деятельности в лесах водоохранной зоны, зон нерестилищ, мест проживания малочисленных народов, санитарных и зеленых зон, закрепленных нормативными актами.

Подход к комплексной оценке, направленной на обеспечение стабильного состояния в условиях освоения лесных бореальных территорий, характеризующихся мозаичной пространственной неоднородностью, должен сопровождаться натурными исследованиями и разномасштабными картографическими проработками, сопровождающимися классификационным содержательным анализом состояния структуры.

Список литературы

Александрова В. Д. 1964. Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. М.; Л. Т. 3. С. 300–477. — *Балаганов В. Я.* 1965. Динамика растительности верхоленской тайги и ее показ на геоботанических картах: Автореф. дис. Иркутск. 24 с. — *Балаганов В. Я., Вершинский Б. В., Реймерс Н. Ф.* 1964. Динамика биокомплексов верхоленской тайги // Сибирский географический сборник. № 3. М.; Л. С. 13–170. — *Водопьянова Н. С.* 1984.Зональность флоры Среднесибирского плоскогорья. Новосибирск. 156 с. — *Растительность* юга Восточной Сибири. Карта. М. 1 : 1 500 000. 1972. М. — *Сочава В. Б.* 1972. К теории классификации геосистем с наземной жизнью // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. Вып. 34. С. 3–14.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СИБИРИ

Г. Н. Огуреева

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
119999, Москва, Ленинские горы, МГУ, географический ф-т. E-mail: ogur02@yandex.ru

Ключевые слова: *высокогорные экосистемы, биогеография, типы поясности.*

Растительный мир горных территорий России изучен недостаточно и очень неравномерно, особенно при интерпретации его на современных биогеографических картах. В лучшем случае отражаются поясные закономерности распределения растительного покрова, но и они приводятся слишком схематично, порой без должной дифференциации растительного покрова и региональной специфики высотно-поясных подразделений. Однако, в практическом отношении учет особенностей структуры и динамики растительного покрова гор необходим при комплексных исследованиях, связанных с картографированием растительно-

сти, ботанико-географическим районированием горных территорий, при решении конкретных задач ландшафтного планирования развития регионов, включая оптимизацию природопользования, организацию систем экологического мониторинга, сохранения природных комплексов и их биоразнообразия.

Структура растительного покрова гор Сибири

Высотная поясность в горах определяются интегральным проявлением широтных и высотно-поясных закономерностей распределения растительного покрова. Сложность растительного покрова гор делает необходимым обращение к его хорологическим подразделениям. Большой вклад в географию растительного покрова вносит система пространственных ботанико-географических представлений, соотносимых со структурой растительного покрова, пригодная для картографирования растительности гор в разных масштабах. В основу классификации типов поясности положен географо-типологический принцип. В качестве базовой хорологической единицы структуры растительности гор рассматривается тип поясности (Огуреева, 1991).

Типы поясности подчинены более крупным категориям иерархии высотно-поясных систем. ***Классы типов поясности*** отражают структурно-генетические и высотно-поясные особенности горной растительности на субконтинентальном уровне (Сочава, 1980). Они включают типы поясности, определяющим компонентом которых выступает тип растительности, как единый комплекс генетически связанных формаций, с присущими ему эколого-географическими связями и структурно-динамическими свойствами. ***Подклассы типов поясности*** несут основную флорогенетическую информацию о современном растительном покрове высотно-поясных систем, в структуре которых ведущее место принадлежит сообществам определенной фратрии формаций. ***Региональные группы типов поясности*** объединяют сходные по преобладающим классам формаций поясные системы. В пределах группы типы поясности различаются по фитоценотическому составу формаций поясов, но едины в флороценогенетическом и структурно-морфологическом отношениях, отражая региональные особенности поясных спектров в определенных гидротермических условиях (Огуреева, 1991). Отличия типов поясности в группах не затушевывают многообразных черт их единства, что обусловлено длительным историческим развитием в существующих сходных климатических, эдафических, биотических условиях при наличии тесного флористического обмена.

Арктический класс типов поясности характеризуется господством горных тундр в высотно-поясных спектрах. Арктические типы поясности отличаются предельно низким уровнем биоразнообразия и упрощенной структурой поясности. Гипоарктический класс типов поясности включает поясные системы, в которых от низкогорий до высокогорий господствуют тундровые и редколесные сообщества, ландшафтная роль принадлежит кустарниковым и кустарничковым ерниковым, ивовым тундрам, при этом важно присутствие редколесий и малая роль сомкнутых лесных сообществ. Бореальный класс типов поясности представлен наиболее разнообразно. Для него характерны горнотаежные системы с определяющей ролью хвойных сибирских лесов. Высотная дифференциация растительности бореального класса шла в трех основных центрах: *урало-южносибирском* (темнохвойных лесов), *восточносибирском* (светлохвойных лесов) и *охотском* (темнохвойных лесов). Наиболее полный спектр высотно-поясных ландшафтов представлен в Алтае-Саянском регионе — от степей, экспозиционной лесостепи, горной тайги до высокогорий с альпийскими лугами, тундрами и ледниками. Для гор Восточной Сибири и Забайкалья характерен трехчленный тип высотной поясности, представленный лиственничной тайгой низкогорий и среднегорий, поясом кедрового стланика, высокогорными тундрами и гольцами. В пределах охотского сектора в горной тайге преобладают темнохвойные леса из видов охотского комплекса, высокогорная растительность занимает небольшие площади. Для поясности притихоокеанских островных систем Камчатки, Сахалина, Курил свойственно преобладание в высотном спектре березовых лесов (*Betula ermanii*) и лугов.

Картографическая модель высотно-поясной структуры растительного покрова горных территорий России, отражающая закономерности его пространственной дифференциации на региональном уровне, реализована на карте «Зоны и типы поясности растительности России», составленной для Национального Атласа России (Огуреева, 2007). На карте отображены 72 типа поясности, относящихся к 18 группам, 9 подклассам и 5 классам типов поясности, для которых приведены графические модели высотно-поясных спектров.

Структура и географические типы высокогорной растительности

Различия между системами высокогорной растительности в Сибири определены с одной стороны биоклиматической ситуацией, в которой развиваются высокогорные формации, а с другой — флористическим составом высокогорных сообществ, сложившихся в процессе исторического развития горных территорий (Толмачев, 1962; Сочава, 1980). Высокогорья находятся под непосредственным воздействием свободной атмосферы, циркуляции и переноса воздушных масс. В растительном покрове высокогорных поясов отмечается гораздо меньше различий, чем в растительном покрове средних частей высотно-поясных спектров, которые в большей степени зависят от местных природных условий, что определяет региональные отличия и специфику конкретных типов поясности. Высокогорные пояса пространственно и функционально связаны с ниже лежащими поясами. Парагенетическое развитие горных тундр и таежных сообществ от-

мечали Е. М. Лавренко (1964), Л. И. Малышев (1965), В. Б. Сочава (1980) и др. Региональная специфика растительности высокогорных поясов Сибири связана в большей степени с флористическими различиями высокогорных сообществ, сложившихся в процессе исторического развития гор, и в меньшей степени с их ценотической структурой.

Нижняя граница высокогорной растительности определяется по верхней границе горнотаежного пояса. Конкретные работы по выяснению ведущих факторов, определяющих высотные пределы верхней границы леса (ВГЛ) в горах, показывают, что она, в первую очередь, определяется термическими условиями, зависит от степени и режима увлажнения, предельной высоты горного массива и корректируется мощностью снежного покрова (оказывают воздействие также сильные ветры и жесткость погоды). ВГЛ является важным интегральным показателем положения высотно-поясного спектра в ботанико-географическом пространстве горной территории. ВГЛ в горах Сибири прослеживается в широком диапазоне высотных пределов (см. таблицу). Наиболее низкое положение древесной растительности связано с гипоарктическими и притихоокеанскими типами поясности, наиболее высокое положение верхней границы леса отмечается в горах с сухим континентальным типом климата.

В горах Сибири существует несколько систем высокогорной растительности, которые представляют различные типы геосистем. Каждая высокогорная система имеет свои провинциальные черты, связанные с общегеографическими особенностями территории (Толмачев, 1962; Сочава, 1980). Различия между альпийскими и гольцово-тундровыми системами в горах Сибири определены биоклиматической ситуацией, в которой развиваются высокогорные формации, и флористическим составом основных сообществ.

Таблица

Классификация поясных структур растительного покрова гор Сибири

Системы высокогорной растительности	Температура воздуха в градусах С		Среднее год. количество осадков, в мм	Верхняя граница леса, м над ур. м.
	средние годовые	сумма температур выше 10°		
Гипоарктические типы поясности				
Гольцово-тундровая система гипоарктических высокогорий	–9–12, –13.8 –16.6	200–400–550–680 800–1200 (в нижних поясах)	130–160–250 (в долинах, котловинах), 450–720 в горах	400–750–800, 1100–1450, 1300–1600
Бореальные типы поясности				
Альпийская система высокогорий	+0.2 –0.2 –0.5, –1.5 –3.7 до –4.5	500–1000–1200, 1000–1600, 1850–2200	250–400 1000, 400–1500–2000	1200–1400–1600, 1800–2000
Гольцово-тундровая система восточносибирских гор	–1.5 –6 –7 –11	600–800–1400, 1800–2000 (в нижних поясах)	250–400–700, 850–1000 (в высокогорьях)	900–1000, 1100–1300, 1400–1500
Гольцово-тундровая система охотских гор	–2.3 –4.1 –11	1500–1800	460–540–670, 700–800	1100–1200, 1300–1500
Притихоокеанская система высокогорий	–0.2 –1.3 –2.4	700–900 до 1200, 1400–1600	400–600–1000	700–850, 500–1050
Субаридные типы поясности				
Тундрово-степная система высокогорий	–6 –9	1100–1200	100–200–600	2000–2200

Арктический класс типов поясности. *Арктическая система* высокогорий характеризуется господством горных высокоарктических и арктотундровых сообществ в высотно-поясных спектрах. Подобные высокогорья имеют ограниченное распространение на территории России и включают пояса: горных арктических, типичных и южных тундр.

Гольцово-тундровая система высокогорий характерна для обширных пространств Сибирских гор с континентальными и холодными типами климата. Она развивается в условиях малой мощности снежного покрова, незначительного увлажнения, развития мерзлотных процессов в почвообразующих породах, застойного переувлажнения почв и низких почвенных температур (Толмачев, 1962; Сочава, 1980). Гольцовому типу высокогорий свойственны процессы гольцовой планации и мощные накопления каменного материала, Эта система включает пояса: ***подгольцовый*** (стланики и редколесья, фрагменты высокогорных лугов), ***горнотундровый*** (вересковокустарничковые тундры), ***гольцовый*** или каменистых пустынь (эпилитно-лишайниковые каменистые тундры, фрагменты горных тундр и каменистых россыпей) и ***нивальный*** (хребты Сунтар-Хаята, Мунку-Сардык). Гольцово-тундровая система высокогорной растительности представлена несколькими географическими вариантами.

Гипоарктический класс типов поясности включает поясные системы, для растительного покрова которых характерно господство гипоарктического флороценотического комплекса, сложившегося в процессе формирования природных ландшафтов с начала плейстоцена (Юрцев, 1974). Различаются гипоарктические тундровые и таежные поясные системы. К первым относятся типы поясности, в высотно-поясных спектрах которых отмечается дробная дифференциация самих горных тундр с преобладанием типичных и южнотундровых кустарниковых формаций. В некоторых случаях отмечается наличие фрагментов редуцированного пояса редин. В подклассе гипоарктических таежных типов поясности в составе высотно-поясных спектров широкое развитие получили редколесья и редины, ландшафтная роль принадлежит

гипоарктическим олиготрофным кустарникам и кустарничкам, эдификаторное значение в нижних ярусах редколесий имеют микротермные группы мхов и лишайники. В пределах гипоарктической полосы с высокогорной областью хр. Сунтар-Хаята Б. А. Юрцев (1968) связывает ботанико-географическую границу, разделяющую области распространения горнотундровых флор верхоянского (континентального) и охотского (приморского) типов. Континентальная высокогорная флора Верхояно-Колымских гор, состоит в основе из ангаридских автохтонных горнотундровых элементов и континентально-арктических видов (*Dryas punctata, Salix cuneata, Cassiope ericoides, C. tetragona*, *Pedicularis adamsii, Oxytropis nigrescens*).

Северо-Охотская группа типов поясности относится к субпацифике в понимании В. Б. Сочавы (1980) с характерным сочетанием континентальных и приокеанических геосистем. Климат территории формируется под переменным воздействием влажных воздушных масс, поступающих с Тихого океана, и зимних холодных — из Арктики. С удалением от побережья континентальность климата резко повышается. В растительном покрове практически всех поясов прослеживается взаимодействие континентальных и океанических элементов флоры в составе растительных сообществ. В подгольцовом поясе мощно выражен пояс кедрового стланика с ольхой кустарниковой и камчатской, встречаются рощи березы шерстистой и рябины амурской, редины *Larix cajanderii*. В составе гольцово–тундрового пояса преобладают эпилитно-лишайниковые каменистые тундры (*Rhizocarpon geographicum*, *Haematomma ventosum*, *Umbellicaria*), лишайниковые, кустраничково (*Empetrum nigrum, Cassiope ericoides*)-лишайниковые тундры и каменистые россыпи.

Бореальный класс типов поясности представлен наиболее разнообразно. Для него характерны горнотаежные системы с определяющей ролью хвойных сибирских лесов. Высотная дифференциация растительности бореального класса шла в трех основных центрах; урало-южносибирском темнохвойных лесов, восточносибирском (ангаридском) светлохвойных лесов и южно-охотском темнохвойной тайги.

Для южносибирского центра характерна *альпийская система высокогорий.* Она включает пояса: ***субальпийский*** (луга, кустарники, парки, редколесья и криволесья), ***альпийский*** (альпийские луга, горные тундры — злаковые, осоково-злаковые, кустарничково-лишайниковые), ***субнивальный*** (приснежные луговины, маты) и ***нивальный.*** Для альпийских высокогорий характерно достаточное увлажнение, мощный снеговой покров, хороший дренаж, отсутствие многолетней мерзлоты, наличие альпийского типа рельефа. В субальпийском поясе безраздельно господствуют разнотравные луга в сочетании с редколесьями, парками и сообществами ерников. В альпийском поясе наряду с альпийскими лугами распространены различные типы тундровых сообществ, в том числе луговые злаковые, осоково-злаковые, кустарничково-лишайниковые. Эта система характерна для наиболее увлажненных частей горных территорий с умеренно-континентальным типом климата: Алтая, Западного и частично Восточного Саяна.

Альпийско-тундровый тип высокогорий в условиях более континентального и холодного климата центральной и восточной частей Восточного Саяна, Хамар-Дабана, Тувы носит переходный характер. Для растительности подгольцового пояса характерны ерниковые, кустарничковые тундры и луга, преимущественно кобрезиевые. Гольцовый пояс представлен ерниково-лишайниковыми, ерниково-моховыми, кашкаро-филлодоцевыми (*Rhododendron aureum, Phyllodoce coerulea*), луговыми, дриадовыми, мохово-лишайниковыми тундрами (Малышев, 1965).

В горах Восточной Сибири и Забайкалья *гольцово-тундровая высокогорная система* включает подгольцовый пояс лиственничных редин, редколесий и кедрового стланика. Для горных тундр восточносибирского типа: характерны вересковые (*Loiseleuria procumbens, Cassiope tetragona, Diapensia obovata, Phyllodoce caerulea, Rhododendron redowskianum*), дриадовые, шикшиевые тундры с участием континентально-арктических видов (*Dryas punctata, Salix cuneata, Pedicularis adamsii, Oxytropis nigrescens*). В местах повышенного увлажнения формируются осоково-моховые (*Carex sochaveana*), осоково-пушицево-кочкарные горные тундры. На верхней высотной ступени преобладают лишайниковые, в нижней части — кладониевые, сменяющиеся с высотой алекториевыми и цетрариевыми (*Cladonia alpestris, Alectoria ochroleuca, Cetraria nivalis*) тундрами, что связано с возрастанием силы ветров и уменьшением снежного покрова (Работнов, 1937). В гольцовом поясе большие площади занимают каменные россыпи с накипными лишайниками и группировками писхрофитов, флористически связанных с охотской областью (Куваев, 1964). Около снежников развиваются альпинотипные лужки с криофитными психрофитами (*Rheum compactum, Angelica saxatilis*).

В пределах *охотской системы высокогорий* в подгольцовом поясе выражена полоса еловых, лиственнично-еловых, березовых редколесий (*Betula lanata*) и редин, выше которых поднимается полоса кедрового стланика и кустарниковой ольхи. Горные тундры преимущественно кустарничковые (*Cassiope ericoides, Rhododendron redowskianum, Ledum macrophyllum, Vaccinium uliginosum, V. vitis-ideae*), моховые и лишайниковые с участием дальневосточных видов (виды рода *Selaginella, Claytonia acutifolia, Artemisia lagocephala, Dicentra peregrina*). В целом, для флоры высокогорий характерно сочетание океанических (*Mertensia rivularis, Claytonia eschoscholtzii*) и континентальных элементов флоры (*Dryas ajanensis, Silene stenophylla*), при этом континентальные виды преобладают на открытых гольцах, океанические — в подгольцовом поясе (Шлотгауэр, 1978).

Притихоокеанская (берингийская) система высокогорных поясов находится под влиянием тихоокеанских режимов климата, включая муссоны. Для нее характерны: низкий верхний предел лесных сообществ,

широкий пояс березовых криволесий и горных вересковых тундр (*верещатников*). Ряды высотной поясности представлены в горах Сахалина, Корякского нагорья и Камчатко-Курильских островных поясных систем.

Субаридный класс типов поясности. *Тундрово-степная система* представлена поясами: криофиных степей, горных остепненных тундр (тундрово-пустошей, включая кобрезиевники), горных тундр, субнивальных и нивальных группировок. Она формируется в условиях повышенной континентальности, низких температур воздуха и крайней сухости на фоне общей приподнятости территории. Сумма средних годовых осадков ниже суммы потенциальной испаряемости. Эта система встречается на небольшой части гор Южной Сибири. Типы поясности характеризуются отсутствием в высотных спектрах или сильной редукцией горнотаежного пояса, а также общей ксерофитностью растительности всех поясов.

Системы поясности высокогорной растительности Сибири будут отображены на обзорной карте циркумбореальной растительности.

Список литературы

Куваев В. Б. 1964. Ботанико-географический профиль через левобережье Амура и Южной Якутии // Бот. журн. Т. 49. № 4. С. 511–522. — *Лавренко Е. М.* 1964. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М. С. 189–195. — *Малышев Л. И.* 1965. Высокогорная флора Восточного Саяна. М.; Л. 368 с. — *Огуреева Г. Н.* 1991. Ботанико-географическое районирование СССР. М. 75 с. — *Огуреева Г. Н.* 2007. Карта «Зоны и типы поясности растительности». Национальный Атлас России. Т. 2. Природа. Экология. М. С. 331. — *Работнов Т. А.* 1937. Растительность выысокогорного пояса бассейна верховий рек Алдана и Тимптона // Изв. РГО. 19. Вып. 4. С. 23–32. — *Сочава В. Б.* 1980. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск. 253 с. — *Толмачев А. И.* 1962. Автохтонное ядро арктической флоры и ее связи с высокогорными флорами Северной и Центральной Азии // Проблемы ботаники. М.; Л. Т. 6. С. 55–65. — *Шлотгауэр С. Д.* 1978. Флора и растительность Западного Приохотья. М. 131 с. — *Юрцев Б. А.* 1968. Флора Сунтар-Хаята. Л. 235 с. — *Юрцев Б. А.* 1974. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л. 160 с.

СОЗДАНИЕ КАРТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫХ АДДИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

А. М. Омелько, А. Н. Яковлева

Учреждение Российской академии наук Биолого-почвенный институт ДВО РАН
690022, Владивосток, пр. 100 лет Владивостоку, 159. E-mail: IBSS@eastnet.febras.ru

Ключевые слова: *потенциальная растительности, DEM, модель, картографирование, структура, растительный покров.*

В горных районах топография является важным фактором, обуславливающим локальные условия, включающие микроклимат и особенности почв (Brown, 1994). Использование топографических переменных, полученных на основе цифровых моделей рельефа (Digital Elevation Models, DEM), как замена измерений различных переменных окружающей среды в природе становится общей практикой при моделировании растительности горных районов (Hoersch et al., 2002; Van Niel et al., 2004). В тех районах, где прямые наблюдения за переменными окружающей среды недоступны — как, например, для большей территории Юго-Восточной Азии — пространственное распределение и относительные значения некоторых экологически значимых переменных может быть получено только с использованием цифровых высотных моделей.

Цель нашей работы — установить основные закономерности взаимосвязи между некоторыми типами растительных сообществ и условиями местообитания территории Южного Сихотэ-Алиня и проиллюстрировать методику создания карт потенциальной растительности на примере Верхнеуссурийского стационара БПИ ДВО РАН.

Материал и методика. Полевые исследования на территории Верхнеуссурийского стационара проводились в 2003–2009 гг. В ходе полевых исследований и анализа данных дистанционного зондирования отмечено 570 точек, для 300 из которых выполнены детальные геоботанические описания.

Для создания моделей были рассчитаны карты распределения 15 топографических переменных (таблица). Статистические модели были построены на основе генерализованных аддитивных моделей (Generalized Addictive Models, GAM) с использованием пакета GRASP ver. 3.3b (Lehmann et al., 2002) для программы S-Plus 8.0 Student Edition (Insightful Corp., Seattle, WA, USA). Переменными отклика в модели были типы растительности. Общий алгоритм создания моделей состоит из следующих шагов:

1. Полевые исследования, в ходе которых необходимо получить массив географически привязанных геоботанических описаний. Эти описания будут использованы для создания (или уточнения) классификационной схемы растительности исследуемой территории, а также как точечные данные с известным типом растительности.

2. Создание (или уточнение) классификации растительности исследуемой территории.

3. Получение дополнительных точечных данных с известным типом растительности. Возможны 2 варианта — дешифрирование данных дистанционного зондирования (например, изображений Landsat / Alos / QuickBird) или дополнительные маршрутные обследования, в ходе которых отмечаются точки в контурах растительности — с указанием типа, но без подробных геоботанических описаний.

4. Расчет карт топографических переменных. В данной работе мы используем для этой цели программный пакет ILWIS (последнюю версию пакета можно найти по адресу http://www.ilwis.org/). Для упрощения расчетов большие территории целесообразно разделить на бассейны отдельных рек, это можно сделать в пакете ArcGis, модуль Spatial Ananyst.

5. Подготовка таблиц исходных данных и построение и анализ моделей распространения растительных сообществ разных типов (модуль GRASP для статистического пакета S-PLUS, http://www.unine.ch/CSCF/grasp/).

6. Сборка и анализ карт потенциальной растительности (пакет ArcGIS с использованием модуля Spatial Analyst).

Таблица

Топографические переменные, использованные для создания моделей и их экологическое значение

Переменная	Обозначение	Экологическое значение
Морфологические		
Высота над уровнем моря (м)	Altitude	Температура, влажность, давление, $C0_2$
Экспозиция (градусы)	Aspect	Солнечная радиация, ветер, влажность
Крутизна склона (%)	Slope	Солнечная радиация, стабильность грунта, процессы эрозии, влажность
Северность (от 1 до –1)	Northness	Зимняя/летняя солнечная радиация
Кривизна в профиле (от –1 до 1)	ProfC	Влажность, эрозия/отложение осадков
Кривизна в плане (от –1 до 1)	PlanC	Солнечная радиация, ветер, влажность
Климатические		
Потенциальная инсоляция (%)	Solin	Солнечная радиация
Гидрологические индексы		
Комплексный топографический индекс	TWI	Влажность, накопление воды и холодного воздуха(температурные инверсии)
Индекс переноса осадков	STI	Потенциал эрозии, накопление осадочных пород
Индекс интенсивности течений	SPI	Потенциал эрозии, накопление осадочных пород
Формы рельефа		
Степень принадлежности к долине (от 0 до 1)	glfChan	Режим увлажнения и температуры, перенос и накопление осадочных пород
Степень принадлежности к вершине (от 0 до 1)	glfPeak	Режим увлажнения и температуры
Степень принадлежности к углублению (от 0 до 1)	glfPit	Режим увлажнения и температуры
Степень принадлежности к равнине (от 0 до 1)	glfPlane	Режим увлажнения и температуры
Степень принадлежности к хребту (от 0 до 1)	glfRidge	Режим увлажнения и температуры
Степень принадлежности к склону (от 0 до 1)	glfSlope	Режим увлажнения и температуры

Результаты. Получены модели распределения сообществ различных типов леса Верхнеуссурийского стационара. Созданная ранее классификация растительности стационара включала 15 типов леса, относящихся к 5 экологическим комплексам (Яковлева, 2010). Для данной работы типы леса были объединены в 10 групп типов.

Экологический комплекс

Группа типов

A. Тепло-сухие дубово-кедровые леса

I. Дубово-кедровые рододендроновые типы леса

B. Умеренно тепло-свежие широколиственно-кедровые леса

II. Широколиственно-кедровые лещинно-рододендроновые типы леса

III. Кедровники редкопокровные

IV. Широколиственно-кедровые лианово-кустарниковые разнотравные типы леса

V. Кедровники лимонниково-лещинные низкотравно-мелкоосоковые

C. Прохладно-влажноватые темнохвойно-кедровые леса с широколиственными породами

VI. Широколиственно-темнохвойно-кедровые лианово-кустарниково-смешаннопапоротниковые типы леса

VII. Темнохвойно-кедровые с участием березы желтой актинидиево-кустарниковые широкотравно-осоково-папоротниковые типы леса

D. Холодно-влажные кедрово-темнохвойные леса

VIII. Кедрово-темнохвойные с участием березы шерстистой лианово-низкотравно-мелкоосоковые типы леса

IX. Кедрово-темнохвойный с участием березы шерстистой осоково-амурско лепторуморовые типы леса

E. Холодно-влажные темнохвойно-ильмово-ясеневые леса

X. Темнохвойно-ильмово-ясеневые крупнотравно-осоково-папоротниковые типы леса

В целом, в окончательных моделях, полученных с помощью модуля GRASP для пакета S-Plus, из 4 групп переменных участвуют главным образом 3. Перечислим их в порядке значимости: морфологические переменные, гидрологические индексы и, наконец, климатическая переменная Solin.

Из морфологических переменных наибольшее значение имеет высота (Altitude). Эта переменная описывает общий температурный режим, точнее уменьшение температуры при увеличении высоты над уровнем моря. Также большое значения для описания температурного режима имеет переменная Solin (потенциальная инсоляция). В горных условиях Южного Сихотэ-Алиня играет роль не сама величина потенциальной инсоляции, а связанное с ней прогревание склона. Склоны южной и юго-западной экспозиции прогреваются лучше, поэтому некоторые типы леса могут подниматься вверх вплоть до гребней склонов. С другой стороны, склоны северной экспозиции всегда более холодные, и кедрово-темнохвойные леса могут спускаться вниз к долинам ручьев. В описании этого процесса также участвует переменная Northness ("северность"). Другое явление, модифицирующее общую закономерность температурного режима — инверсии, описываемые гидрологическим индексом TWI. Холодный воздух спускается в долины, благодаря чему здесь некоторые участки могут занимать темнохвойные леса. На территории стационара горы относительно пологие, поэтому морфологические переменные кривизны в профиле и плане (profC и planC) не играют большой роли в моделях.

Из гидрологических индексов в модели вносят наибольший вклад переменные SPI (индекс интенсивности течений — перенос и накопление осадочных пород а вымывание также органики и микроэлементов) и TWI (индекс влажности). Для типов леса, встречающихся на гребнях и близ хребтов (дубово-кедровые леса) важными оказывается переменная SPI. Дифференциация типов леса горных склонов связана с индексом TWI. В описании режима увлажнения опять-таки играет большую роль переменная инсоляции (Solin). На хорошо прогреваемых склонах происходит более быстрое испарение влаги. Кроме того, весной здесь быстро сходит снег и к началу вегетационного сезона южные склоны оказываются очень сухими.

Переменные форм рельефа вносят наименьший вклад в модели. Из форм рельефа важными оказываются glfChan, выделяющая узкие долины и glfRidge — узкие, сухие хребты.

На основе полученных моделей были рассчитаны карты распределения вероятности нахождения отдельных экологических комплексов и групп типов. Далее были получены карты потенциальной растительности стационара. Для этого был использован простой алгоритм — для каждой точки (пикселя растра) выбирался экологический комплекс (тип леса) с наивысшей расчетной вероятностью (см. рисунок). Для удаления «шума» — разрозненных пикселей в контурах типов леса был использован алгоритм Majority Filter модуля Spatial Analyst пакета ArcGis.

Полученные модели и карты потенциальной растительности хорошо отражают закономерности высотной поясности. Долины рек занимают темнохвойно-ильмово-ясеневые леса (долины — близкие к единице значения переменной glf.channel и положительные значения profc; относительно важные и прохладные — высокие значения индекса TWI). Нижние и средние части склонов гор заняты темнохвойно-кедровыми лесами с широколиственными породами (средние высоты — Altitude, относительно теплые — высокие значения Solin и низкие Northness, относительно сухие — TWI). На более крутых нижних склонах (высокие значения переменных Slope и SPI, STI) появляются умеренно свежие широколиственно-кедровые леса. Верхние части склонов заняты кедрово-темнохвойными лесами с березой шерстистой (склоны средней крутизны — Slope, относительно большие высоты над уровнем моря — переменная Altitude, прохладные — Northness, умеренно влажные — TWI). Дубово-кедровые леса относятся скорее к азональным элементам, занимая сухие (низкие значения индекса TWI), хорошо инсолированные (высокие значения Solon) хребты вне зависимости от высоты над уровнем моря.

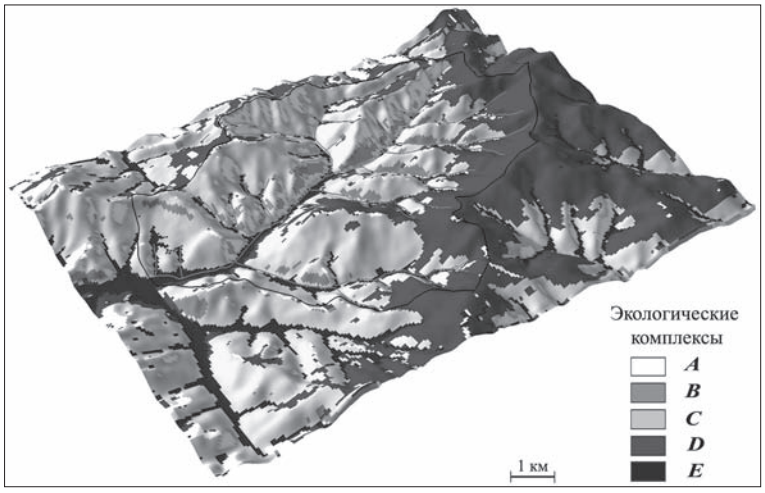


Рис. Распределение экологических комплексов растительности территории Верхнеуссурийского стационара.

При планировании работы предполагалось, что модели будут создаваться на нескольких уровнях с возрастающей детализацией: экологические комплексы (или формации) — группы типов леса — типы леса. Но как показал опыт создания моделей, наилучшие модели (более точно прогнозирующие распределение растительных сообществ, обладающие большей стабильностью и небольшим размером) удается получить для сообществ, имеющих более локальное распространение, т. е, например, для типов леса. Таким образом, данный подход лучше всего применять для наиболее детальной имеющейся классификации. Главное требова-

ние — исходные данные (точки наблюдений) должны по возможности полно охватывать диапазон условий, где возможно нахождение данного типа растительности.

Результаты сравнения карт потенциальной и актуальной растительности Верхнеуссурийского стационара показали, что использованная методика обладает большими прогнозными возможностями. Используя метод GAM для создания моделей распределения растительных сообществ, можно получить детальные крупномасштабные карты потенциальной растительности, «разрешающая способность» которых будет ограничена, главным образом разрешением растра DEM. Полученные карты потенциальной растительности можно в дальнейшем скорректировать по данным дистанционного зондирования и получить карты актуальной растительности. Это важно, поскольку использование только данных дистанционного зондирования, без создания моделей растительного покрова пока не приносит удовлетворительных результатов в случае полидоминантных лесов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 09-04-00796-а.

Список литературы

Яковлева А. Н. 2010. Модель пространственной структуры растительности территории Верхнеуссурийского стационара // Экология. №4. С. 271–280. — *Brown D. G.* 1994. Predicting vegetation types at treeline using topography and biophysical disturbance variables // Journal of Vegetation Science. Vol. 5. P. 641–656. — *Hoersch B., Braun G., Schmidt U.* 2002. Relation between landform and vegetation in alpine regions of Wallis, Switzerland. A multiscale remote sensing and GIS approach // Computers, Environment and Urban Systems. V. 26. P. 113–139. — *Lehmann A., Overton J. McC,. Leathwick J. R.* 2002. GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction // Ecological Modelling, Vol. 157. P. 189–207. — *Van Niel K. P., Laffan S.W., Lees B. G.* 2004. Effect of error in the DEM on environmental variables for predictive vegetation modeling // J. Veg. Sci. Vol. 15. P. 747–756.

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФОНОВЫХ ГРУПП ТИПОВ ЛЕСА В СРЕДНЕЙ СИБИРИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЕКОВОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ТРЕНДА

Е. И. Парфенова, Н. М. Чебакова, В. А. Рыжкова, М. А. Корец, И. В. Данилова

Институт леса СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок. E-mail: lyeti@ksc.krasn.ru

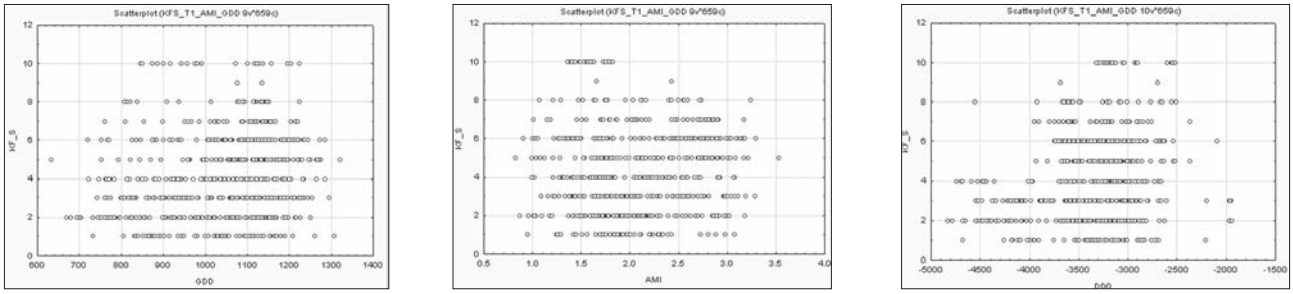
Ключевые слова: *основные лесообразующие породы, группы типов леса, Средняя Сибирь, глобальное изменение климата*

Целью настоящей работы являлось определить климатические параметры ареалов основных лесообразующих пород и фоновых групп типов леса Средней Сибири для моделирования их распределения в настоящем и будущем с учетом прогнозируемых изменений климата до конца текущего века. В ходе выполнения работы использовались: методы ординаций, позволяющие определить климаареалы существования и оптимума основных эдификаторов и субэдификаторов лесов Средней Сибири; методы регрессионного анализа, позволяющие связать состав и продуктивность лесов с климатическими параметрами; геоинформационные технологии для систематизации разнородной информации и визуализации полученных результатов.

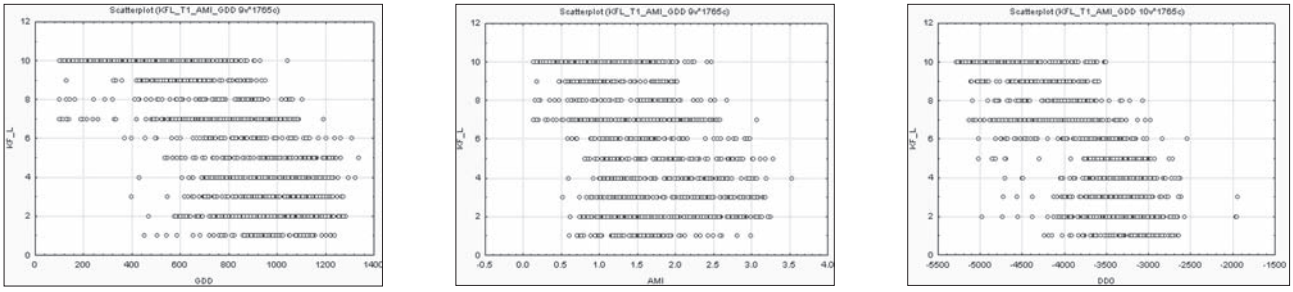
Для моделирования была выбрана территория Средней Сибири в границах административных единиц Красноярского края и Республики Хакасия, как наиболее обеспеченных данными климатических наблюдений, так и базой данных описаний лесной растительности. В наших работах (Чебакова и др., 2003) для получения климатических границ климаареалов основных лесообразующих пород послужили многочисленные литературные данные (около 1500 описаний) о росте и сохранности географических культур хвойных пород на территории бывшего Советского Союза, а также базы данных по лесной растительности гор Южной Сибири. Реальные ареалы видов значительно меньше климатических, так как сформированы под влиянием почвенных, фитоценотических, антропогенных факторов, а также корректируются наличием вечной мерзлоты. Кроме того, для Средней Сибири была использована база данных из блока SIBERIA II Project характеристик древостоев по различным лесорастительным зонам (Korets et al., 2010), включающая такие показатели, как формула состава и показатели продуктивности (бонитет и высота). Полигоны характеризовались средними климатическими индексами выдела (суммами температур выше 5 °С, суммами температур ниже 0 °С и индексом увлажнения), снятыми с наших электронных карт. Для построения этих климатических карт были использованы данные 90 станций Средней Сибири, в окне 85–105° в. д. и 51–75° с. ш. На основе ординаций расположения каждой породы-эдификатора в трехмерном климатическом пространстве были вычислены диапазоны климатических характеристик (климаареалы) основных хвойных лесообразующих пород (рис. 1; табл. 1).

Группы типов леса (ГТЛ) — основные типологические единицы, соответствующие однородным участкам территории — выделам. Динамика ГТЛ может быть обусловлена эндогенезом, восстановлением после антропогенных (рубки) или природных (климатические флуктуации и направленные тренды, пожары) на-

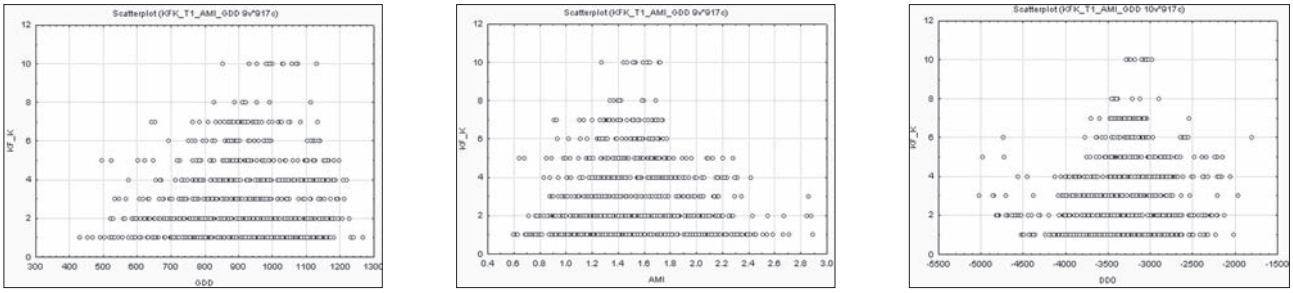
Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)



Лиственницы сибирская и даурская (*Larix sibirica* + *L. gmelini*)



Сосна сибирская (*Pinus sibirica*)



Пихта сибирская (*Abies sibirica*)

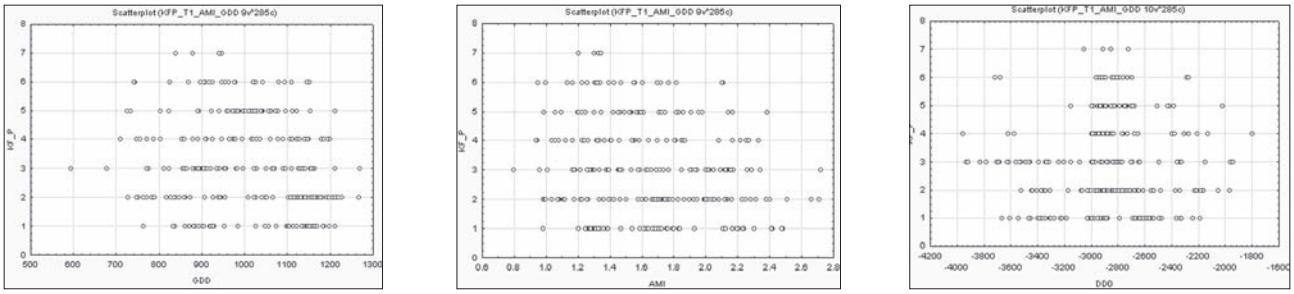


Рис. 1. Климаареалы основных лесообразующих пород по показателям теплообеспеченности (суммы температур выше 5 °С, слева), влагообеспеченности (годовой индекс увлажнения, АМИ, в центре) и холодоустойчивости (суммы холода, справа), найденные по данным лесоустройства 2200 обобщенных выделов).

рушений Типологическую единицу ГТЛ можно представить как логическое пересечение эдификатора — основной лесообразующей породы (ОЛП) и субэдификатора, представленного доминантом напочвенного покрова — серии типа леса в трактовке С. Я. Соколова (Типы лесов…, 1980).

Таблица 1

Климатические параметры ареалов основных лесообразующих пород Сибири

Климатический индекс	Градусо-дни, ГД $_5$, °С	Градусо-дни, ГД $_0$, °С	Индекс увлажнения (AMI)
Сосна обыкновенная	>600	> –6000	<3.3
Ель сибирская	>500	–3500...–1500	<2.0
Лиственница сибирская	>300	–4500...–1200	<3.3
Лиственница даурская (Гмелина + Каяндера)	>300	–6000...–2000	<3.3
Сосна сибирская	>300	–3500...–1500	<2.0
Пихта сибирская	>500	–3000...–1500	<1.8

Характеристики фоновых серий типов леса плакорных местообитаний в различных растительных зонах были взяты из литературных данных: сосны сибирской (Кедровые…, 1985), сосны обыкновенной (По-

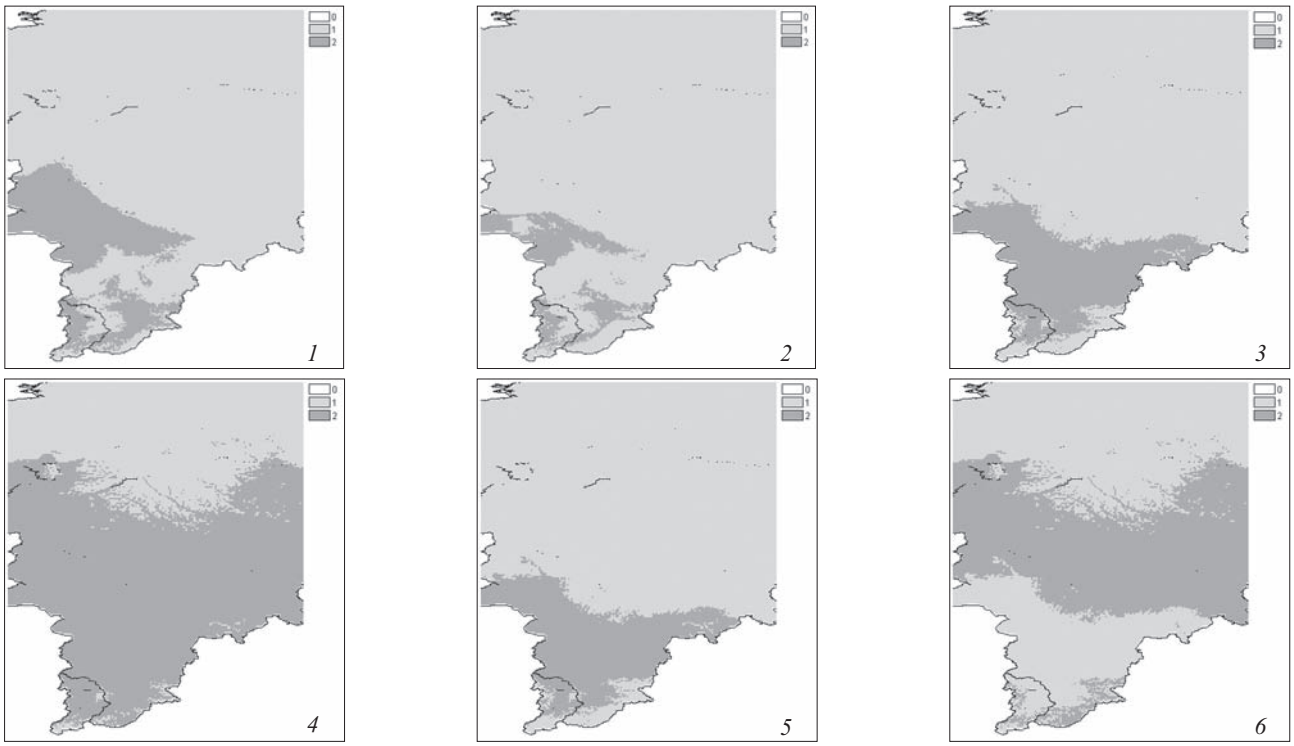


Рис. 2. Карты потенциальных климатических ареалов основных лесообразователей Средней Сибири.
1 — сосна сибирская (*Pinus sibirica*), *2* — пихта + ель (*Abies sibirica* + *Picea obovata*), *3* — сосна (*Pinus sylvestris*), *4* — лиственница (*Larix sibirica* + *L. gmelini*), *5* — лиственница сибирская (*Larix sibirica*), *6* — лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*).

бединский, 1965), лиственницы сибирской и Гмелина (Шумилова, 1962; Биоразнообразие…, 2010). Климатические характеристики фоновых серий типов были аппроксимированы климатическими индексами растительных зон и подзон, в которых эти фоновые серии типов леса доминируют. Климатические параметры зон и подзон (зонобиомов) были определены ранее в нашей биоклиматической модели Сибири (Чебакова и др., 2003), дополненной позднее (Tchebakova et al., 2010). Сопряжением климатических параметров серий типов леса с климатическими слоями Средней Сибири построены электронные карты распространения сериальных типов леса, а пересечением карт эдификаторов и серий типов леса получены карты потенциальных групп типов леса. Некоторые сочетания оказались невозможными.

По мере смены подзон с севера на юг на территории Средней Сибири бонитет насаждений изменяется с Vб до I–II, также меняются и фоновые серии типов леса — от лишайниковых, через зеленомошные, кустарничковые к травяным и крупнотравно-папоротниковым.

Таким образом, в соответствие к подзонам Средней Сибири (вклейка V) были поставлены следующие серии типов леса:

1. Лесотундра — ерниковые, кустарничково-лишайниковые — Vб–Va бонитет
2. Северная тайга — лишайниковые, лишайниково-зеленомошные — Va–V бонитет
3. Средняя тайга — зеленомошные, кустарничково-зеленомошные IV–III бонитет
4. Южная тайга — травяно-зеленомошные III–II бонитет
5. Черневые леса — крупнотравно-папоротниковые II–I бонитет
6. Подтайга — травяные, папоротниковые II–I бонитет
7. Лесостепь — травяные, остепненные, орляковые III–I бонитет
8. Перистепь — сухомшистые V–IV бонитет

Для прогноза размещения ГТЛ на конец текущего века (2080 г.) был использован сценарий Центра Хадли (IPCC, 2007; www.ipcc-data.org) — HadCM3A2 с летним потеплением 6–8 °С.

На основе полученных связей построены карты потенциальных климаареалов и реализованных (с учетом вечной мерзлоты) ареалов основных лесообразующих пород (эдификаторов) Сибири: сосны сибирской, пихты сибирской, ели сибирской, сосны обыкновенной, лиственниц сибирской и Гмелина (рис. 2).

Анализ современного и прогнозного распространения ГТЛ показывает, что на территории Средней Сибири к концу текущего века может увеличиться доля площади, покрытой высокопродуктивными сосняками и лиственничниками орляковыми и кедровниками зеленомошными и крупнотравно-папоротниковыми.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 10-05-00941.

Список литературы

Биоразнообразие лиственниц Азиатской России. 2010. Новосибирск. 160 с. — *Кедровые* леса Сибири / Под. ред. А. С. Исаева. 1985. Новосибирск. 258 с. — *Побединский А. В.* 1965. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья.

М. 268 с. — *Типы* лесов гор Южной Сибири / Под ред. В. Н. Смагина. 1980. Новосибирск. 336 с. — *Чебакова Н. М., Рефельдт Дж, Парфенова Е. И.* 2003. Перераспределение растительных зон и популяций лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в Средней Сибири при потеплении климата // Сибир. экол. журн. № 6. С. 677–686. — *Шумилова Л. В.* 1962. Ботаническая география Сибири. Томск. 440 с. — *Korets M. A., Ryzhkova V. A., Danilova I. V., Sukhinin A. I., Bartalev S. A.* 2010. Forest Disturbance Assessment Using Satellite Data of Moderate and Low Resolution // Environmental Change in Siberia, Earth Observation, Field Studies and Modelling. / Ed. by H. Balzter. P. 3–19. (Advances in Global Change Research. Vol. 40). — *Tchebakova N. M, Rehfeldt J, Parfenova E.* 2010. From vegetation zones to climatypes: effects of climate warming on Siberian ecosystems. Ch. 22 // Permafrost ecosystems. Siberian Larch forests. P. 428–447.

ЭКОЛОГО-РАСТИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ МИРА

Б. С. Петропавловский

Ботанический сад-институт ДВО РАН
690024, Владивосток, ул. Маковского, 142. E-mail: petrop5@mail.ru

Ключевые слова: *эколого-растительные комплексы, эколого-фитоценотические комплексы, ординация растительности, корреляционная геоботаническая карта мира.*

В настоящее время все возрастает актуальность исследования по разработке методов и методологическому обоснованию научных основ охраны природы, в т. ч. растительного покрова, оптимизации природопользования. При этом особое значение приобретают вопросы обеспечения устойчивости природных компонентов, прогнозирование динамики растительности в связи с изменением климата и все возрастающим антропогенным прессом на природную среду. С этими задачами увязаны вопросы организации мониторинга окружающей среды и особенно растительности как ведущего биологического компонента, определяющего состояние и динамические процессы в остальных. В связи с этим особое значение приобретает оценка взаимозависимости среды и растительности.

Цель данной работы — отразить некоторые методические приемы (в разработке которых принимал участие автор) по установлению количественных сопряженностей между ведущими факторами среды и растительностью мира и выявить эколого-растительные (эколого-фитоценотические) комплексы, как синтаксоны возможной корреляционной геоботанической карты мира. Для этого есть все возможности, хотя методические и методологические аспекты по созданию такой карты еще не в полной мере решены. При исследовании соотношения растительности и среды в планетарном (географическом, глобальном) масштабе необходимо использовать данные, которые были получены при определенных условиях, т. е. при гомеостатическом соответствии растительности и среды, когда еще не сильно «сдвинуты» зональные типы растительности. Как отмечает В. Б. Сочава (1979), в решении проблемы анализа соотношения растительности с факторами среды возникают трудности методологического порядка — для экосистем ландшафтного, регионального и планетарного уровней в настоящее время еще точно не определены экологические понятия. Например, неясно, что считать средой для растительности регионального и планетарного масштабов. По этому поводу Р. Уиттекер (1980) считает, что отношения иерархичности не заложены в самой природе, они определяются выбором экологами подходов к классификации и путей их использования.

В конце XX в. наметились новые направления и точки роста в теории картографии (картономия, картосемиотика, геоиконика), концептуально методически и практически оформилось геоинформационное картографирование. При этом самостоятельной отраслью выступает экологическое картографирование (Берлянт, 1988), что в более явном виде отражено в работах сибирских географов под руководством академика В. Б. Сочавы по составлению «Корреляционной эколого-фитоценотической карты Азиатской России» (М. 1 : 7 500 000) (Букс, 1976; Сочава, 1979). Карта выполнена на основе сопоставления границ между распространенными подразделениями растительности и факторами среды (радиационный баланс и радиационный индекс сухости). Но корреляции в математическом смысле как таковой нет. В методологическом ключе, безусловно, заслуживает внимание новаторская работа Д. Л. Арманда (1950), в которой проведен математический анализ связи между типами растительности с климатом. Опыт установления математических зависимостей при ординации растительности мира показан в статье: «О методе многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами» (Семкин и др., 1986).

При составлении первого авторского варианта корреляционной геоботанической карты мира (Петропавловский, 1983) в качестве картографической модели растительности послужила карта «Растительность» (м. 1 : 60 000 000) (Сочава, 1964), в «Физико-географическом атласе мира» (1964). За основные структурные подразделения взяты типы растительности, которые представляют собой сочетание фратрий формаций с характерным набором биоморф. Это самые крупные типологические подразделения растительности, соответствующие в большинстве случаев определенным биомам. Из других источников использовали картосхемы радиационного индекса сухости для земного шара (Будыко, 1977). На карты была нанесена регулярная сеть точек, образуемая углами квадратов со стороной 0.4 см, что в переводе на реальную поверхность с учетом масштаба карты соответствует 240×240 км. В углах квадратов снимали исходную

информацию: координаты точек (в прямоугольной системе), типы растительности (коды) и факторы среды. Общий объем точек сбора информации составил 2497. Это вполне достаточно для выявления устойчивой частоты и представительности типов растительности. Такой шаг «площади выявления» для планетарного уровня растительности (так же как и для остальных — регионального, ландшафтного, фитоценотического и популяционного) обоснован с помощью разработанной биогеографической сетки (Петропавловский, 1982). Использованы карта «Радиационный годовой баланс», разработанная под руководством М. И. Будыко, а также картосхема радиационного индекса сухости для земного шара (Будыко, 1977).

Таблица

Ординация растительности мира

Теплообеспеченность (радиационный баланс, ккал на 1 см² в год)	**Очень холодные, до 10**	**Холодные, 10–20**	**Умеренно теплые, 20–40**	**Теплые, 40–60**	**Очень теплые, 60–80**	**Жаркие, свыше 80**
Крайне недостаточное увлажнение, РИС свыше 3				**13** 6–38 14–18	**18** 12–58 6–32 11–20	
Недостаточное увлажнение, РИС от 2 до 3			**8** 5–16 6–6	**12** 13–12 14–9 6–6	**17** 10–20 11–13 13–13	**21** 10–8
Умеренно недостаточное увлажнение, РИС от 1 до 2			**7** 5–45 2–3	**11** 3–27 15–19 5–17	**16** 11–42 10–35 4–11	**20** 9–24 8–12 10–12
Умеренное увлажнение, РИС от 0.7 до 1.0			**6** 5–23 2–23 3–21	**10** 3–52 4–7	**15** 4–58 8–23 9–12	**19** 8–27 9–4 10–4
Влажные, РИС от 0.3 до 0.7		**3** 7–24 2–16 1–16	**5** 2–75 1–10	**9** 7–8 3–4	**14** 9–5 8–4	
Избыточное увлажнение, РИС до 0.3	**1** 1–24	**2** 1–63 7–30 2–8	**4** 7–11 2–9 1–5			

Примечание. РИС — радиационный индекс сухости. В каждой ячейке таблицы: полужирная цифра — номер эколого-растительного комплекса, или типа местообитания (**1**–**21,** см. подпись к рис.), ниже: номера типов растительности, (иногда в ранге биомов: 1 — тундра; 2 — бореальная; 3 — неморальная; 4 — кустарниково-древесная; 5 — степная; 6 — внетропические пустыни северного полушария; 7 — высокогорная тундрового и бореальных типов; 8 — влажный вечнозеленый тропический лес; 9 — листопадный и вечнозеленый переменно-влажный тропический лес; 10 — тропические сухие леса, ксерофильные; 11 — тропические саванны; 12 — тропические пустыни; 13 — ксерофильная древесно-кустарниковая подтропическая; 14 — внетропические пустыни южного полушария; 15 — широколиственные и хвойно-широколиственные субантарктические леса), через тире — значения мер Дайса-Брея, умноженные для удобства на 100.

По каждой из 2497 точек (углы биогеографической, или регулярной, сетки) снималась соответствующая информация (по типам растительности и факторам среды), что позволило сформировать электронную базу данных. С помощью специальных ЭВМ-программ (Усольцева, 1982) была создана матрица (таблица, информационная решетка) с частотами совместных встреч по каждому сочетанию градаций факторов среды и конкретными таксонами растительности, в нашем случае — типами растительности. Такие матрицы являются основой для построения прямых ординаций растительности. По каждому сочетанию совместных встреч вычислялись меры количественной сопряженности градаций сочетаний ведущих факторов среды и растительных таксонов, или меры экологического соответствия (ЭС). В каждом случае на ординационной схеме растительности (табл.) ЭС характеризует не только частоту встречаемости таксона в данных экологических условиях, но, в известной мере, и уровень экологического оптимума. Такой подход адекватен оценке экологической устойчивости растительного таксона с нахождением их вдоль градиента среды (Раменский, 1938; Одум, 1975; Уиттекер, 1980;). Наиболее устойчиво растительное сообщество в области экологического оптимума, что проявляется, как правило, повышенной встречаемостью растительного таксона в данных условиях. Для оценки уровня ЭС применялась обобщенная мера Дайса-Брея (Петропавловский и др., 1978), которая определялась по формуле:

$$K = 2Pij / p_j + p_j,$$

где Pij — частота совместных встреч, p_j — условная вероятность по фактору среды, и p_j — условная вероятность по растительности.

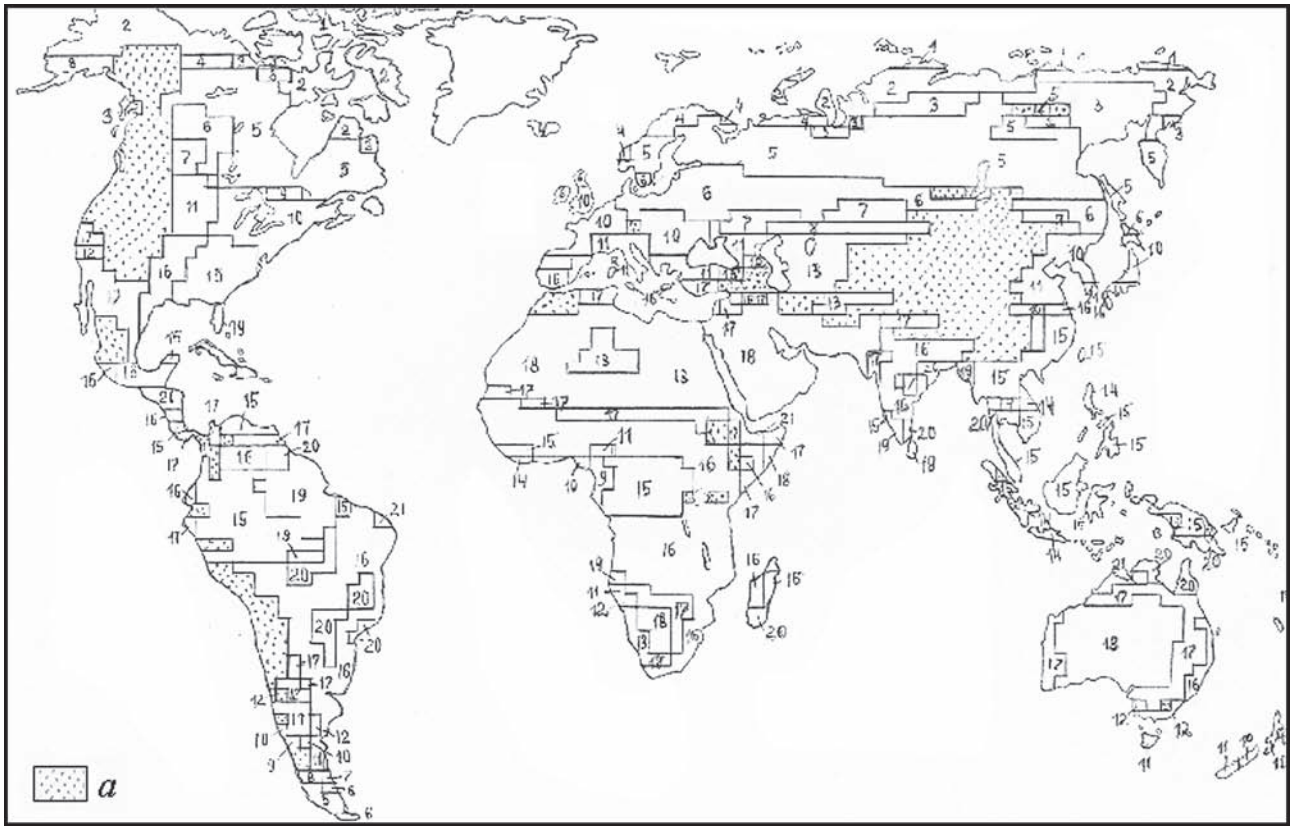


Рис. Эколого-растительные комплексы мира (1–21).

1. Очень холодные и избыточное увлажнение. РБ — до 10 ккал на 1 см^2 в год, РИС — до 0.3. Р.: тундра, ЭС — 24. **2.** Холодные и избыточное увлажнение. РБ — 10–20. РИС — до 0.3. Р.: тундры, ЭС — 63; высокогорная тундрового и бореального типов, ЭС — 30; бореальная, ЭС — 8. **3.** Холодные и влажные. РБ — 10–20. РИС — 0.3–0.7. Р.: высокогорная тундрового и бореального типов, ЭС — 63; бореальная, ЭС — 16; тундра, ЭС — 16. **4.** Умеренно теплые и избыточное увлажнение. РБ — 20–40. РИС — до 0.3. Р.: высокогорная тундрового и бореального типов, ЭС — 11; бореальная, ЭС — 9; тундра, ЭС — 5. **5.** Умеренно теплые и влажные. РБ — 20–40. РИС — 0.3–0.7. Р.: бореальная, ЭС — 75; тундры, ЭС — 10. **6.** Умеренно теплые и умеренное увлажнение. РБ — 20–40. РИС — 0.7–1.0. Р.: степная, ЭС — 23; бореальная, ЭС — 23; неморальная, ЭС — 21. **7.** Умеренно теплые и умеренно недостаточное увлажнение. РБ — 20–40. РИС — 1–2. Р.: степная, ЭС — 45; бореальная, ЭС — 3. **8.** Умеренно теплые и недостаточное увлажнение. РБ — 20–40. РИС — 2–3. Р.: степная, ЭС — 16; внетропических пустынь северного полушария, ЭС — 6. **9.** Теплые и влажные. РБ — 40–60. РИС — 0.3–0.7. Р.: высокогорная тундрового и бореального типов, ЭС — 8; неморальная, ЭС — 4. **10.** Теплые и умеренное увлажнение. РБ — 40–60. РИС — 0.7–1.0. Р.: неморальная, ЭС — 62; кустарниково-древесная, ЭС — 7. **11.** Теплые и умеренно недостаточное увлажнение. РБ — 40–60. РИС — 1–2. Р.: неморальная, ЭС — 27; широколиственные и хвойно-широколиственные субантарктические леса, ЭС — 19; степи, ЭС — 17. **12.** Теплые и недостаточное увлажнение. РБ — 40–60. РИС — 2–3. Р.: ксерофильная древесно-кустарниковая подтропическая, ЭС — 12; внетропические пустыни южного полушария, ЭС — 9; внетропические пустыни северного полушария, ЭС — 6. **13.** Теплые и крайне недостаточное увлажнение. РБ — 40–60. РИС свыше 3. Р.: внетропические пустыни северного полушария, ЭС — 38; внетропические пустыни южного полушария, ЭС — 18. **14.** Очень теплые и влажные. РБ — 60–80. РИС — 0.3–0.7. Р.: листопадные и вечнозеленые временно-влажные тропические леса, ЭС — 5; влажные вечнозеленые тропические леса, ЭС — 4. **15.** Очень теплые и умеренное увлажнение. РБ — 60–80. РИС — 0.7–1.0. Р.: кустарниково-древесная, ЭС — 58; влажные вечнозеленые тропические леса, ЭС — 23; листопадные и вечнозеленые переменно-влажные тропические леса, ЭС — 12. **16.** Очень теплые и умеренно недостаточное увлажнение. РБ — 60–80. РИС — 1–2. Р.: тропические саванны, ЭС — 42; тропические сухие леса, ЭС — 35; кустарниково-древесная субтропическая, ЭС — 11. **17.** Очень теплые и недостаточное увлажнение. РБ — 60–80. РИС — 2–3. Р.: тропические сухие леса, ЭС — 20; тропические саванны, ЭС — 13; ксерофильная древесно-кустарниковая подтропическая, ЭС — 13. **18.** Очень теплые и крайне недостаточное увлажнение. РБ — 60–80. РИС — свыше 3. Р.: тропические пустыни, ЭС — 58; внетропические пустыни северного полушария, ЭС — 32; тропические саванны, ЭС — 20. **19.** Жаркие и умеренное увлажнение. РБ — свыше 80. РИС — 0.7–1.0. Р.: влажный вечнозеленый тропический лес, ЭС — 27; листопадный и вечнозеленый переменно-влажный тропический лес, ЭС — 4; тропические сухие леса, ЭС 4. **20.** Жаркие и умеренно недостаточное увлажнение. РБ — свыше 80. РИС — 1.0–2.0. Р.: листопадный и вечнозеленый переменно-влажный тропический лес, ЭС — 24; влажный вечнозеленый тропический лес, ЭС — 12; тропические сухие леса, ЭС — 12. **21.** Жаркие и недостаточное увлажнение. РБ — свыше 80. РИС — 2–3. Р.: тропические сухие леса, ЭС — 8.

а — горные страны, по которым нет информации по факторам среды.

Значения мер можно определить двояко. Или по условным вероятностям, или непосредственно по частотам матрицы. В последнем случае это сделать проще: частота совместных встреч по конкретному таксону в каждой ячейке таблицы умножается в 2 раза и делится на сумму итоговых частот — по колонке и по строке. Отношение умножается на 100 для удобства, чтобы числа были целыми.

Основой легенды корреляционных геоботанических карт являются ординационные схемы растительности по двум ведущим факторам среды, определяющим, особенно на планетарном и региональном уровнях, тепло- и влагообеспеченность территории, а соответственно — и специфику типов условий произрастания. Выделены возможные типы условий произрастания (всего 21 тип) или типы эколого-растительных комплексов (ЭРК), как сочетание типов экологических условий и типов растительности мира. Естественно, конкретный тип растительности может занимать несколько типов условий произрастания, т. е. входить в состав нескольких смежных на ординационной схеме ЭРК. Таким образом, каждый из ЭРК включает 3 составляющие: тип экологических условий, или местообитание (МО), как сочетание градаций ведущих факторов среды — радиационный баланс (РБ) и радиационный индекс сухости (РИС), типы растительности, иногда в ранге биомов, (Р) и меру экологического соответствия (ЭС). Ординационная схема (табл.) показывает оптимальные, пессимальные условия при разных градациях факторов среды и толерантность. Распределение эколого-растительных комплексов мира показано на рис.

Значение корреляционных карт растительности очень велико. Они дают возможность непосредственно оценивать экологическую устойчивость растительных таксонов, их изменение в различных сочетаниях тепло-влагообеспеченности (Петропавловский и др. 1978). Кроме того, подобные карты, по существу, являются картографической моделью возможных изменений структуры при различных вариантах экологических изменений. Растительность с высоким уровнем экологического соответствия занимает экологические оптимумы и наиболее экологически устойчивая. На уровне глобального и регионального уровня структурной организации растительности наиболее вероятны трансформации растительного покрова в экотонных районах (Сочава, 1979). При каких-либо изменениях климата в первую очередь происходят перестройка и смена растительности в экотонных областях, в «периферийной» части ординационной схемы. Здесь растительность наиболее чувствительна к происходящим изменениям. В связи с этим, такие участки являются наиболее уязвимы, отличаются повышенными индикационными свойствами. Поэтому организация биосферных станций для задач мониторинга природной среды, в первую очередь, растительного покрова в подобных местах наиболее предпочтительна.

Таким образом, есть все методические предпосылки для составления очень необходимой Корреляционной карты растительности мира. Во многом нерешенными остаются вопросы картографического исполнения — показ типов местообитаний и сопряженных с ними типов растительности, с отражением уровня ЭС. Но современными методами, с применением соответствующей цветовой гаммы, условных внемасштабных знаков, цифровых и буквенных обозначений можно решить и эту проблему.

Список литературы

Арманд Д. Л. 1950. Опыт математического анализа связи между типами растительности с климатом // Изв. Всес. геогр. о-ва. Т. 82. Вып. 1. С. 19–50. — *Берлянт А. М.* 1988. Картографический метод исследования. М. 255 с. — *Будыко М. И.* 1977. Глобальная экология. М. 328 с. — *Букс И. И.* 1976. Методика составления и краткий анализ корреляционной эколого-фитоценологической карты Азиатской России м. 1 : 7 500 000 // Геоботаническое картографирование 1976. Л. С. 44–51. — *Одум Ю.* 1975. Основы экологии. М. 740 с. — *Петропавловский Б. С.* 1982. Некоторые подходы к разработке биогеографической сетки для задач мониторинга растительного покрова // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток. С. 5–10. — *Петропавловский Б. С.* 1983. Принципы составления корреляционной эколого-фитоценотической карты мира и ее использование с целью оптимального размещения биосферных станций мониторинга окружающей среды // Разработка и внедрение комплексных фоновых станций мониторинга окружающей среды. Рига. С. 99–104. — *Петропавловский Б. С., Семкин Б. И., Усольцева Л. А.* 1978. Опыт изучения устойчивости растительности в планетарном масштабе для целей фонового мониторинга окружающей среды // Опыт и методы экологического мониторинга. Пущино. С. 60–63. — *Раменский Л. Г.* 1938. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М. 620 с. — *Семкин Б. И., Петропавловский Б. С., Кошкарев А. В., Варченко Л. И., Усольцева Л. А.* 1986. О методе многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами // Бот. журн. Т. 71. № 9. С. 1167–1981. — *Сочава В. Б.* 1964. Растительность мира. М. 1 : 60 000 // Физико-географический атлас мира. М. С. 66–67. [Карта]. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 189 с. — *Уиттекер Р.* 1980. Сообщества и экосистемы. М. 328 с. — *Усольцева Л. А.* 1982. Применение анализа разнообразия в исследовании иерархической системы «среда-растительность» (методика обработки информации в системе ОС ЕС). Препринт. Владивосток. 43 с. — Физико-географический атлас мира. М., 1964. 298 с.

ЦИФРОВАЯ КАРТА РАСТИТЕЛЬНОСТИ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ МАСШТАБА 1 : 200 000

А. Н. Полежаев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН
685000, Магадан, ул. Портовая, 18. E-mail: berkuten@online.magadan.su

Ключевые слова: *растительность, цифровая геоботаническая карта.*

Геоботаническая карта Магаданской области представляет собой модель растительного покрова, созданную по принципу выделения комплексов растительности — хорологических единиц надфитоценотического уровня. Под термином «комплекс растительности» понимается сочетание (комбинация) фитоценозов и группировок растений, сопряженно сосуществующих в границах контуров определенной размерности. По масштабу и, следовательно, облигатности основных признаков (состава и структуры) выделялись следующие ценохоры: некартируемые — учетные комбинации и картируемые в разных масштабах — мезо-, макро-, мегакомбинации.

В ранге комбинации выделены комплексы растительности как типологические учетные единицы. В тундре, лесотундре и горах растительность, оказывая слабое воздействие на окружающие ее условия существования, меняется на очень коротких расстояниях в зависимости от небольших изменений крутизны и направления склона, микрорельефа, степени увлажнения и т. д. Отдельные общности растений занимают здесь относительно небольшие площади и поэтому не могут быть отображены на картах масштаба 1 : 100 000 и более мелких. Вместе с тем, соседние растительные сообщества, относящиеся к разным ассоциациям, и группировки растений образуют закономерно повторяющиеся в сходных ландшафтно-экологических условиях сочетания, которые определяются как комбинации. Номенклатурным типом комплекса растительности в ранге комбинации является характеристика (описание) типичной сопряженной совокупности общностей растений с указанием на ведущую (преобладающую, доминирующую) общность и сопутствующую ей растительность. Как основные признаки типа комбинации приняты состав и структура преобладающей общности растений. В качестве характеризующих признаков учитывались также экотопические условия: степень увлажнения, характеристика почв и грунтов, уровень мерзлоты, особенности микрорельефа, проявления эрозионных, нивальных, мерзлотных процессов, положение в рельефе и другие показатели. С учетом характеризующих признаков, в отдельных случаях выделялись варианты типов комбинаций. Комплексы растительности, измененные сильнодействующими стрессовыми факторами естественного и антропогенного генезиса, включены в особую группу типов комбинаций.

При геоботаническом районировании комбинации и их варианты позиционируются как элементарные комплексы (или морфотипы) растительности — условно вычленяемые в растительном покрове относительно однородные контуры растительности, отличающиеся по физиономическим характеристикам и флористическим критериям от соседних контуров растительности. Они учитываются при аэровизуальном геоботаническом обследовании с высоты 300–400 м для характеристики состава и структуры территориально более крупных комплексов растительности — мезокомбинаций, отображаемых на картах масштабов 1 : 100 000 — 1 : 500 000.

Название типа (варианта типа) комплекса растительности в ранге комбинации соответствует наименованию преобладающего в нем растительного сообщества (обычно в ранге группы ассоциаций, формации или типа растительности). В необходимых случаях название содержит указание на особенности местообитания: микрорельеф, степень увлажнения и др. Краткая характеристика типа комбинации включает перечень основных видов растений, хорошо отражающих экологию и определяющих физиономию доминирующей в нем общности растений.

Показатели (в %) участия типов комбинаций в сложении растительного покрова для каждого из 24.6 тыс. полигонов цифровой карты занесены в атрибутивную базу данных проекта ГИС, доступного в ArcView.v.3.2. (Полежаев, 2010а).

Полигоны цифровой карты представлены комплексами растительности в ранге мезокомбинации. Номенклатурным типом комплекса растительности в ранге мезокомбинации является усредненная характеристика ее состава и структуры, слагаемых типами комбинаций. По природе связи элементов и общим закономерностям их расположения различаются: мезокомбинации с доминированием одного типа комбинации растительности, мезокомбинации с содоминированием двух типов комбинаций растительности, мезокомбинации с примерно равным участием трех и более типов комбинаций растительности.

При геоботаническом районировании контуры растительности в ранге мезокомбинации позиционируются нами как микрорайоны. Изначально микрорайоны выделены на топографических картах масштаба 1 : 200 000 с учетом особенностей форм мезорельефа и взаимосвязи комплексов растительности с ними — как основных признаков; приняты во внимание: гидрография, гидрология, микрорельеф, почвы и другие экологические характеристики. Методом аэровизуального учета определены места с нарушенным растительным покровом в результате воздействия пирогенного, зоогенного, техногенного факторов. На геоботанической карте микрорайоны отображены отдельными полигонами.

В легенде цифровой карты растительности приведены условные обозначения, названия и краткие характеристики типов комплексов растительности в ранге мезокомбинации. Название типа комплекса растительности в ранге мезокомбинации соответствует наименованию преобладающей в ней комбинации. Если в мезокомбинации содоминируют два и более типа комбинаций, то она именуется как их сочетание (табл.).

Таблица

Легенда карты растительности Магаданской области при условии,
что в мезокомбинации доминирует (≥ 50 %) один тип (вариант типа) комбинации

Номер типа мезокомбинации	**Преобладающий в мезокомбинации тип (вариант типа) комбинации**	**Доминанты преобладающих в комбинации ассоциаций**
АРКТИЧЕСКАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		
Комплексы растительности гор Гольцовый пояс Горные пустыни		
1	Эпилитно-лишайниковые каменистые горные пустыни	*Ophioparma ventosa, Rhizocarpon geographicum, Umbilicaria arctica; Andreaea rupestris, Scapania undulata, Tetralophozia setiformis, Tortella tortuosa*
Подгольцовый пояс Горные тундры		
2	Лишайниковые горные тундры	*Alectoria nigricans, A. ochroleuca, Cladonia stellaris, Flavocetraria cucullata, F. nivalis, Stereocaulon alpinum, S. tomentosum*
3	Кустарничковые горные тундры	*Arctous alpina, Cassiope ericoides, Diapensia obovata, Dryas punctata, Empetrum stenopetalum, Ledum decumbens, Loiseleuria procumbens, Vaccinium vitis-idaea, V. uliginosum*
Горные луготундры		
4	Травяные горные луготундры	Виды семейств: *Fabaceae, Cyperaceae; Potentilla fruticosa, Salix reticulata; Cassiope ericoides, Ledum decumbens, Rhododendron camtschaticum*
Горные луга		
5	Злаково- разнотравные горные луга	*Bromopsis pumpelliana, Carex macrogyna, Hierochloë alpina, Ptarmica alpina, Silene amoena* и др.
Комплексы растительности выровненных водоразделов, пологих склонов, межгорных долин, речных террас, приморских равнин Тундры		
6	Кустарниковые моховые тундры	*Aulacomnium turgidum*; *Betula exilis, Salix fuscescens, S. phlebophylla, S. pulchra*
7	Кустарниковые кустарничково-лишайниковые тундры	*Cladonia stellaris, Flavocetraria cucullata, F. nivalis; Empetrum stenopetalum, Vaccinium vitis-idaea; Betula exilis*
8	Моховые осоково-пушицевые тундры	*Carex lugens, Eriophorum vaginatum; Aulacomnium turgidum, Pleurozium schreberi*
9	Мохово-лишайниковые осоково-пушицевые тундры	*Carex lugens, Eriophorum vaginatum; Cetraria ericetorum, C. islandica, Cladonia rangiferina, Flavocetraria cucullata, Stereocaulon paschale; Aulacomnium palustre, A. turgidum*
10	Вариант. Мохово-лишайниковые осоково-пушицевые пятнистые тундры	
БОРЕАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		
Комплексы растительности гор Подгольцовый пояс Кедровые (*Pinus pumila*) стланики		
11	Кустарничковые кедровые стланики	*Pinus pumila; Cassiope ericoides, Empetrum stenopetalum, Ledum decumbens, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea*
12	Моховые кедровые стланики	*Pinus pumila; Aulacomnium turgidum, Dicranum elongatum, Polytrichum juniperinum*
13	Лишайниковые кедровые стланики	*Pinus pumila; Cladonia stellaris, Flavocetraria cucullata, F. nivalis*
Лесной пояс Горные леса Лиственничные (*Larix cajanderi*) леса		
14	Кустарничково-моховые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Aulacomnium turgidum; Arctous alpina, Cassiope ericoides, Empetrum stenopetalum, Ledum decumbens, Loiseleuria procumbens, Phyllodoce caerulea, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea*
15	Кедровниковые моховые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Pinus pumila; Aulacomnium palustre, A. turgidum*
16	Кедровниковые лишайниковые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Pinus pumila; Cetraria islandica, Cladonia mitis, C. rangiferina, C. stellaris, Flavocetraria cucullata, F. nivalis, Stereocaulon paschale*
17	Травяные и кустарничковые березовые и березово-лиственничные леса	*Larix cajanderi; Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii; Cassiope ericoides.* Характерный вид — *Betula lanata*

Окончание таблицы

Комплексы растительности выровненных водоразделов, пологих склонов, речных и морских террас Лиственничные (*Larix cajanderi*) леса		
18	Лишайниковые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Cladonia confusa, C. rangiferina, C. stellaris, Flavocetraria cucullata*
19	Кустарничковые лишайниковые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Empetrum stenopetalum, Ledum decumbens, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea; Cladonia arbuscula* subsp. *arbuscula, C. rangiferina, C. stellaris, Flavocetraria cucullata*
20	Кустарничковые моховые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Andromeda polifolia, Empetrum stenopetalum, Ledum decumbens, Vaccinium uliginosum; Sphagnum girgensohnii, S. lenense*
21	Осоково-пушицевые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Carex lugens, Eriophorum vaginatum*
22	Кустарниковые моховые лиственничные леса	*Larix cajanderi; Betula exilis, B. middendorffii, Salix krylovii, Rhododendron parvifolium, Lonicera caerulea, Rosa acicularis, Salix bebbiana; Aulacomnium palustre, A. turgidum, Pleurozium schreberi, Polytrichum strictum, Pseudobrium cinclidioides, Ptilidium ciliare, Sphagnum girgensohnii, S. fuscum*
Кедровые (*Pinus pumila*) стланики		
23	Осоково-пушицевые кедровые стланики	*Pinus pumila; Carex lugens, Eriophorum vaginatum*
ЗОНАЛЬНО-ИНТЕРЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		
Комплексы растительности речных пойм, низменных равнин и морских побережий: с преобладанием лиственничных (*Larix cajanderi*) лесов		
24	Травяные лиственничные леса	*Larix cajanderi; Cacalia hastata, Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii, Equisetum arvense, Geranium erianthum*
25	Кустарниковые травяные чозениево-лиственничные леса.	*Larix cajanderi; Ribes triste, Rosa acicularis; Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii, Equisetum arvense*. Характерный вид — *Chosenia arbutifolia*
26	Кустарниковые травяные березово-лиственничные леса	*Larix cajanderi; Ribes triste, Rosa acicularis; Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii, Equisetum arvense*. Характерный вид — *Betula platyphylla*
27	Травяные елово-лиственничные леса	*Larix cajanderi; Aruncus dioicus, Cacalia hastata, Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii*. Характерный вид — *Picea obovata*
С преобладанием тополево-чозениевых (*Chosenia arbutifolia, Populus suaveolens*) лесов		
28	Кустарниковые травяные тополево-чозениевые леса	*Chosenia arbutifolia, Populus suaveolens; Ribes triste, Rosa acicularis; Calamagrostia langsdorffii*
с преобладанием зарослей кустарников		
29	Злаково-разнотравные ивняковые заросли	*Salix alaxensis, S. glauca, S. lanata; Hedysarum hedysaroides, Polemonium acutiflorum, Senecio frigidus; Bromopsis pumpelliana* subsp. *sibirica, Calamagrostis holmii, Carex saxatilis, Festuca altaica, Leymus villosissimus, Poa malacantha*
30	Кустарниковые ольховниково-ивняковые заросли	*Duschekia fruticosa, Salix boganidensis, S. glauca, S. schwerinii; Potentilla fruticosa, Ribes triste, Sorbaria sorbifolia, Spiraea salicifolia.*
с преобладанием лугов		
31	Разнотравно-злаковые луга	*Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii, Poa pratensis; Equisetum arvense, Bistorta vivipara,Veratrum oxysepalum*
32	Злаково-осоковые луга	*Carex subspathacea, Puccinellia phryganodes* и др.
33	Злаково-разнотравные луга	*Angelica gmelinii, Leymus mollis, Senecio pseudoarnica, Tanacetum boreale*
34	Осоково-злаковые луга	*Arctophila fulva, Calamagrostis purpurea* subsp. *langsdorffii; Carex concolor, Eriophorum angustifolium*
с преобладанием болот		
35	Осоковые болота	*Carex concolor C. eleusinoides, C. limosa, C. rariflora, Eriophorum angustifolium, E. russeolum*
36	Осоково-моховые болота	*Aulacomnium palustre, Oncophorus wahlenbergii, Sanionia uncinata, Sphagnum girgensonii, S. teres; Carex concolor, C. rotundata.*
37	Моховые болота	*Sphagnum girgensonii, S. squarrosum, S. teres, Straminergon stramineum*
38	Кустарниковые осоковые болота	*Carex appendiculata, C. schmidtii, Eriophorum vaginatum*
39	Комплексные болота	*Betula exilis; Ledum decumbens, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea; Sphagnum lenense, S. magellanicum, S. warnstorfii* — на буграх; *Carex limosa, C. rariflora; Hamatocaulis vernicosus, Pseudobrium cinclidioides, Sphagnum obtusum* — в мочажинах
с преобладанием тундроболот		
40	Кустарниковые кустарничково-осоково-пушицевые тундроболота	*Carex lugens, Eriophorum vaginatum; Andromeda polifolia, Ledum palustre, Vaccinium uliginosum*
Растительность, измененная сильнодействующими стрессовыми факторами:		
преимущественно естественными		антропогенными
41	Растительность на разных стадиях восстановительных (после пожаров) сукцессий	44	Растительные сообщества и группировки растений, формирующиеся на техногенных формах рельефа
42	Растительность в стадии динамичных (на песчано-галечниковых косах в поймах рек) сукцессий	45	Растительность на стадиях пасквальных сукцессий
43	Растительность в стадии орнитогенных сукцессий	46	Культурфитоценозы

Графическая и атрибутивная информация цифровой крупномасштабной карты преобразуется в более мелкие масштабы методом генерализации. Растительный покров в границах полигонов мелкомасштабных карт представлен комплексами растительности в ранге макрокомбиниции. Номенклатурным типом комплекса растительности в ранге макрокомбинации является усредненная характеристика ее состава и структуры, слагаемых типами комбинаций. По природе связи элементов и общим закономерностям их расположения различаются: макрокомбинации с доминированием одного типа комбинаций растительности, макрокомбинации с содоминированием двух типов комбинаций растительности, макрокомбинации с примерно равным участием трех и более типов комбинаций растительности.

При геоботаническом районировании контуры растительности в ранге макрокомбинации позиционируются нами как районы. Выделяются районы при генерализации крупномасштабной геоботанической карты путем объединения соседних микрорайонов. Характеризуются районы составом и соотношением включенных в них типов комбинаций растительности. На геоботанической карте районы отображаются отдельными полигонами.

На цифровой карте геоботанического районирования Магаданской области выделены комплексы растительности в ранге мегакомбинаций. Мегакомбинации в значительной мере уникальны, поэтому номенклатурным типом комплекса растительности в ранге мегакомбинации является присущая единственному представителю характеристика ее состава и структуры, слагаемых типами комбинаций. При геоботаническом районировании контуры растительности в ранге мегакомбинации позиционируются нами как геоботанические округа (Полежаев, 2009).

Включение цифровой карты растительности в проект ГИС позволяет осуществить детальный картометрический анализ атрибутов из базы данных, например, можно получить разнообразные количественные показатели, а также отобразить на карте ареалы типов комбинаций и мезокомбинаций, выделить границы распространения деревьев; показать распределение доминирующих групп растений (кустарников, кустарничков, трав, лишайников, мхов), зональных комплексов растительности и др. (Полежаев, 2010б).

Список литературы

Полежаев А. Н. 2009. Растительность Севера Дальнего Востока России в информационных системах // Экология. № 3.С. 180–186. — *Полежаев А. Н.* 2010а. Цифровая карта растительности Дальнего Востока России // Вестник ДВО РАН. № 4. Владивосток. С. 12–18. — *Полежаев А. Н.* 2010б. Картометрический анализ растительного покрова Магаданской области с использованием геоинформационных технологий // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону. С. 359–366.

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Т. А. Попова, И. А. Бычкова

Научно-исследовательский институт космоаэрогеологических методов
196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, 82. E-mail: E-mail: ibychkova@gmail.com

Ключевые слова: *аэрометоды, ИСЗ, мониторинг растительности.*

Дистанционные методы применительно к изучению растительного покрова развиваются в России с начала 1920-х гг. В 1924 г. в СССР был организован первый производственный центр аэрофоторабот — Добролет; для координации работ по аэросъемке создано общество друзей авиационно-радио-химической обороны и промышленности (Аэрорадиохим, впоследствии Авиахим), при обществе имелась аэросекция.

Изучение лесов

Гражданская война и разруха привели к отставанию России в развитии аэрофотометодов. Необходимо было ускорить исследования в области аэрометодов; первыми начали соответствующие работы лесники. В 1921 г. проф. Турский высказал мысль об использовании аэрофотосъемки для учета лесного фонда в СССР. В 1922 г. А. Е. Новосельский провел первые опыты по аэрофотосъемке лесов. В 1925 г. управление лесами Наркомзема провело аэросъемку лесного участка в 55 тыс. га в быв. Тверской губернии. В том же 1925 г. более 100 ученых-лесоводов обратились в Аэрорадиохим Северо-Западной области с коллективным заявлением о необходимости постановки опытных работ по применению аэрометодов для изучения лесов. По инициативе ученых при аэросекции Аэрорадиохима была образована лесоавиационная комиссия, задачей которой стала «научно-опытная разработка вопросов применения авиации и аэрофотографии в лесном деле». Секретарем комиссии был назначен Новосельский. Аэрорадиохим направил в Областное лесное управление Северо-Западной области следующееписьмо в поддержку развития аэрометодов:

«Это новейшая область знаний, обещающая в будущем такие богатые перспективы и в настоящее время уже практически применимая (работы Германии, Северных Американских Соединенных Штатов и Канады по аэрофотозаснятиям лесных площадей и использование самолетов для пожарной охраны лесов)... Те сведения, которые приходят к нам из-за границы, в подавляющем большинстве случаев страдают недо-

говоренностью, отсутствием описания методов работы, наконец, выводы часто являются противоположны в одной стране тем выводам, которые получены в другой.

Так, например, в Германии придается огромное значение планшетному плановому аэрофотозаснятию. Северная Америка параллельно с этим методом много работает по вопросам перспективной съемки. Канада обращает весьма серьезное внимание на возможность выработки метода аэровизуальной таксации, т. е. разрабатывает методы, видимо, совершенно не признаваемые в Германии.

Вопрос о масштабах, времени съемки (года и дня), применении тех или иных фотоаппаратов, размеров пластинки и прочее — все это те вопросы, которые требуют еще своего разрешения научно-опытным путем.

Климатические условия и условия лесного хозяйства в пределах России столь разнообразны, что общего метода аэрофотсъемочных работ создать для России нельзя.

Наконец, те методы работы, которые вырабатываются за границей, требуют опытной проверки предварительного применения их в порядке производственных работ у нас.

Учитывая все эти обстоятельства, а также принимая во внимание, что ни одно из лесоводственных учреждений, видимо, не собиралось предпринять именно научно-опытные работы для надлежащего разрешения всех вышеупомянутых вопросов, Аэрорадиохим, образовав при себе вышеуказанную комиссию, решил принять на себя посильное разрешение этих вопросов, как организация, работающая в тесном контакте с научно-опытными и производственными учреждениями Северо-Западной области.

Таким путем создаются наиболее благоприятные условия для разрешения на принципах симбиоза деятелей летного и лесного дела тех кардинальных вопросов применения аэрофотосъемки в лесном деле, к разрешению коих все равно рано или поздно придется приступить.

То обстоятельство, что Аэрорадиохим готов принять в настоящее время на себя главную часть расходов, в виде предоставления самолетов, подсказывает необходимость лесным учреждениям и организациям Северо-Западной области объединиться и воспользоваться исключительно благоприятными обстоятельствами при минимуме затраты средств, поставить проектирование опытов. Каковые предполагается свести к нижеследующим:

В ближайших окрестностях Ленинградского аэродрома предполагается выбрать небольшую площадь с наиболее разнохарактерным по возрасту и составу насаждений и произвести аэрофотосъемку такого участка примерно в 10 верстовых квадратов в ортогональной проекции и перспективными снимками (с различным наклоном оси фотоаппарата) с разных высот и в разное время дня и года, дабы окончательно установить, какой масштаб и какое время дня и года являются максимально благоприятны для целей лесоустройства. Параллельно с этим предполагается вести работы по визуальной таксации, дабы проверить на практике те методы, которые установлены ныне в Канаде».

В 1926 г. Областное лесное управление Северо-Западной области начало обследование лесов Ленинградской области с помощью аэрофотографирования. Были организованы курсы по подготовке техников для производства лесоустроительных работ с помощью аэрофотосъемки (АФС). Работу по подготовке кадров возглавил Г. Г. Самойлович. Для аэросъемки применялись самолеты системы «Вуазен».

Весной 1929 г. в Ленинграде в системе Главного Геолого-гидро-геодезического управления Наркомата тяжелой промышленности организуется НИИ аэросъемки (изначально — как отделение учрежденного в 1928 г. в Москве НИИ геодезии и картографии). Институту ставится задача вести научные исследования в области аэрометодов. Директором НИИ аэросъемки назначен академик А. Е. Ферсман, энтузиаст авиационных методов. Институт аэросъемки становится научным центром, объединившим исследования в области аэрофотографии, аэрофотограмметрии и применения аэрометодов. Созданный при институте отдел применения несколько лет проводил специальные экспедиции по разработке и применению аэросъемки в различных областях народного хозяйства.

В 1932 г. Институт аэросъемки получил задание Наркомлеса составить для широкого круга лесных специалистов руководство по дешифрированию аэроснимков для нужд лесного хозяйства. Для этого в институте была организована Чулымская экспедиция, за лето аэросъемкой покрыта площадь в 50 тыс. км^2, получено около 10 тысяч планово-перспективных аэроснимков с высоты 3000 м (съемочный масштаб планового снимка 1 : 15 000). Для дешифрирования снимков лесная группа экспедиции собрала необходимый наземный материал. Полученные в итоге материалы были обобщены А. К. Прониным и легли в основу опубликованного им в 1935 г. (тиражом 3000 экз.!) «Руководства по дешифрированию лесных аэроснимков».

Жизнь НИИ аэросъемки оказалась очень короткой. В 1935 г. институт перевели в Москву, где он влился в отдел НИИ геодезии и картографии, преобразованный в Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК).

После закрытия НИИ аэросъемки в 1930-х гг. А. К. Пронин, Д. П. Василевский, Н. И. Баранов, Г. Г. Самойлович продолжили разработку методов лесного дешифрирования материалов АФС.

9 февраля 1944 г. в Москве на базе двух комиссий Академии наук СССР — Комиссии по применению материалов аэросъемки и группы маскировки Комиссии по геолого-географическому обслуживанию Красной Армии — была создана Лаборатория аэрометодов АН СССР (ЛАЭР, ныне Научно-исследовательский

институт космоаэрогеологических методов — НИИКАМ). Одной из задач, решавшихся ЛАЭР было изучение лесов по материалам спектрозональной аэрофотосъемки (руководитель А. К. Пронин). В 1948 г. ЛАЭР переехала в Ленинград, здесь, после небольшого перерыва, в 1954 г. Лаборатория аэрометодов возобновила исследования по дальнейшей разработке методов аэрофотосъемки лесов с целью повышения достоверности и точности дешифрирования аэроснимков. Руководил работами С. В. Белов. Причем, если ранее в СССР аэрофотосъемка выполнялась на панхроматической аэропленке, то с 1954 г. в ЛАЭР осуществлялась цветная и спектрозональная аэрофотосъемка лесов. Спектрозональная съемка оказалась существенно более информативной по сравнению с панхроматической, в частности, спектрозональные аэроснимки позволили надежно разделять хвойные и лиственные леса. Одновременно велись исследования спектральной отражательной способности различных древесных пород. Проводились работы по дешифрированию типов леса, строения полога и состава, изучению корреляционных связей между признаками дешифрирования и таксационными показателями, между типами леса и четвертичными отложениями (С. В. Белов, Е. С. Арцыбашев, А. М. Березин, Н. Г. Харин, И. А. Трунов и др.). По АФС в Сибири были выделены засыхающие кедровые и пихтовые леса, поврежденные сибирским шелкопрядом. Лесная группа ЛАЭР разработала методику спектрозонального аэрофотографирования лесов таежной подзоны Европейской части СССР. По рекомендованным Лабораторией методам спектрозональная аэрофотосъемка внедряется в производство, ведутся работы по созданию новых типов аэропленок с заданными свойствами в узких зонах спектра — с учетом особенностей отражательной способности древесной растительности в разных географических районах страны. В итоге в 1956 г. было закончено обследование лесных территорий страны с использованием АФС, завершившееся составлением карты лесов СССР м. 1 : 2 500 000. Применение самолетных съемок позволило «привести в известность леса на площади 950 млн га за 30 лет», использование только наземных обследований потребовало бы для этого сотен лет).

В начале 1960-х гг. в связи с реорганизацией ЛАЭР работы по лесной тематике были свернуты. Сотрудники лесной группы перешли на работу в другие организации — в Лесотехническую академию (Алексеев), ЦНИИ лесного хозяйства (Арцыбашев, Белов), в Институт леса и древесины СО АН СССР (Киреев, Харин). С этого времени основные исследования по применению аэрометодов для изучения лесов проводились именно этими учреждениями.

С 1970-х гг. началось широкое использование космической информации в интересах лесного хозяйства. Искусственные спутники Земли (ИСЗ) с аппаратурой оптического диапазона: Landsat, SPOT, отечественные природоресурсные спутники — широко применялись для картирования лесных вырубок, гарей, лесопатогенных зон. С 1990-х гг. для мониторинга лесов активно используется спутниковые приборы СВЧ-диапазона. Локаторы с синтезированной апертурой и возможностью использования различных поляризационных режимов успешно применяются для определения биомассы и сомкнутости древостоев. Наиболее перспективен для определения биомассы кросс-поляризационный режим. Определение по спутниковым РЛ-данным высокого разрешения (типа TerraSAR-X) объема древесных стволов обеспечивает приемлемую точность (относительная погрешность 10–20%).

В 2005–2008 гг. в РФ была создана и введена в эксплуатацию система космического мониторинга лесов России с ежегодной съемкой высокого разрешения (6–10 м) всей территории интенсивного лесопользования (более 110 млн га). Таким образом, лесники и ныне являются лидерами по применению методов дистанционного зондирования (МДЗ) для решения практических хозяйственных задач.

Изучение болот

В 1930-е гг. в стране начали изучать болота на основании дешифрирования аэроснимков. Инициаторами этого нового направления стали Н. П. Дюкарев, Л. О. Паллон и Е. А. Галкина. Е. А. Галкина впоследствии разработала методику дешифрирования АФС для целей получения гидрогеологической, геоботанической и структурной характеристики торфяных залежей в болотных массивах. Ученики Галкиной Т. А. Попова, М. С. Боч, Т. К. Юрковская продолжили исследования болот с помощью дистанционных методов, включая спутниковые методы, которые стали разрабатываться с 1970-х гг. Наибольшее использование в болотоведении нашли данные спутника Landsat-5, Landsat-7. В частности, по этим данным Т. А. Поповой с соавторами была выполнена классификация болот Природного парка «Вепсский лес», исследована структура этих болот. Д. М. Киреев изучал структуру болот с использованием спектрозональных аэроснимков м. 1 : 15 000.

Изучение прибрежно-водной растительности

Данные АФС 1970—1990-х гг. использовались в НИИКАМ для картирования прибрежно-водной растительности в Невской губе и вдоль южного берега Ладожского озера, а также на ряде озер Карельского перешейка. Были разработаны методические приемы дешифрирования и картирования прибрежно-водной растительности, определены технические и природные условия оптимальной съемки объектов. В 2000-х гг. получен успешный опыт картирования прибрежно-водной растительности с помощью спутниковой аппаратуры высокого разрешения (ИСЗ Quick Bird, Ikonos и др.). Сравнение спутниковых данных с ретроспективными АФС позволило выявить динамику прибрежно-водной растительности в восточной части Финского залива.

Изучение растительности аридных и субаридных зон

В 1950-х гг. в ЛАЭР был получен положительный опыт изучения почв и растительности в пределах сухой степи, степи и лесостепи Северного Казахстана путем комплексного ландшафтного дешифрирования аэроснимков. В 1954 г. была организована Казахская экспедиция для изучения целинных и залежных земель. Материалы АФС использовались в ЛАЭР при изучении растительности аридных и субаридных зон Средней Азии. Б. В. Виноградовым были получены признаки дешифрирования различных типов растительности на основе тона и рисунка фотоизображения, показана выраженная связь растительности с элементами ландшафта; сделан вывод о том, что признаки должны быть выработаны на ключевых участках, закладываемых в пределах основных ландшафтов.

Спутниковые данные в настоящее время широко применяются для изучения проблемы опустынивания в глобальных масштабах.

Изучение ООПТ

В 1959 г. Б. В. Виноградов предложил проводить АФС заповедников и стационаров различных географических зон и ландшафтов СССР, так как «в заповедниках ландшафты представлены в их естественном состоянии и природные условия заповедников детально и всесторонне изучаются, в связи с чем повторная аэросъемка их позволит фиксировать естественные изменения ландшафтов».

В 1977 г. НИИКАМ начал комплексные исследования в Приладожье на территории нынешнего Нижне-Свирского заповедника — на стадии обоснования и проектирования заповедника. Для дешифрирования и картирования использовались материалы экспериментальной аэрофотосъемки разных сезонов и разных лет: неуточненные фотосхемы м. 1 : 50 000, панхроматические аэрофотоснимки (АФС) м. 1 : 25 000, 1 : 10 000, 1 : 5 000, спектрозональные АФС, многозональные снимки, полученные камерой МКФ-6; радиолокационные снимки м. 1 : 90 000. С 1990-х гг. для анализа привлекались также данные космических съемок (КС). Наземные работы проводились на ключевых участках, путем рекогносцировочных маршрутов и на профилях (в том числе с нивелирным обоснованием) вкрест сечения рельефа. Описания проводились одновременно группой специалистов: геолог-геоморфолог, ландшафтовед, почвовед, геоботаник. Это позволило выявить взаимосвязь элементов ландшафта и основные закономерности распределения форм рельефа, растительных сообществ, почвенных разностей, а также структуры ландшафта. Итогом работ явилось сопоставление сопряженных карт м. 1 : 50 000: ландшафтной, геоморфологической, гипсометрической, почвенной, геоботанической.

Полученные результаты вместе с данными обследований, выполненных специалистами других организаций, позволили составить обоснование и добиться создания первого заповедника в Ленинградской области — Нижнесвирского.

Мониторинг зон антропогенного влияния на растительность

Как показали натурные исследования, в пределах геохимических аномалий и в ареалах высокого антропогенного загрязнения накопление вредных веществ в растениях в первую очередь проявляется на организменном уровне в виде терратологических изменений, пролиферации, отклонений в морфологии венчика и чашечки, в появлении новообразований, изменении окраски. На ценотическом уровне изменения регистрируются после стрессового порога и труднее фиксируются.

В 1950-х гг. исследования зарубежных ученых выявили наличие «голубого сдвига» (смещения длинноволнового края зоны поглощения хлорофилла в сторону коротких волн) у растений, находящихся в стрессовом состоянии. Этот эффект позволил фиксировать стрессовое состояние растений с помощью авиационных спектрофотометров, а впоследствии — многоканальных спутниковых радиометров. Причем регистрация спектрального коэффициента яркости (СКЯ) в узких диапазонах спектра средствами ДЗ обеспечивала выявление более ранних стадий стрессового состояния и, соответственно, возможность заблаговременно принять адекватные меры по нормализации состояния растений. Одним из направлений применения наблюденного эффекта стал мониторинг экологического состояния лесов вблизи крупных промышленных объектов, в частности, металлургической индустрии. Подобные работы были выполнены, например, в районе Норильского горно-обогатительного комплекса, Мончегорского и др. Так, по данным со спутника Landsat с помощью методов компьютерной классификации, при полевом и аэровизуальном контроле, составлена карта промышленного воздействия на растительность в районе Мончегорска м. 1 : 200 000. На карте отмечены два вида техногенных пустошей в зоне промышленного воздействия (с полностью и почти полностью уничтоженным растительным покровом). Лесная растительность по степени повреждения промышленными выбросами классифицируется на 4 категории; для частично и слабо поврежденной растительности дается также породный состав лесов. Классификация состояния растительности выполнена по двум методам: 1-й — на основе зональных отношений яркости и вегетационного индекса, учитывающий спектральные образы объектов съемки; 2-й — метод синтеза главных компонент в сочетании с использованием вегетационного индекса (И. К. Лурье, О. В. Тутубалина). Исследования показали, что для обнаружения и картирования зон природных и антропогенных воздействий на лесные территории наиболее информативны средний (1.55–1.75 мкм) и ближний (0,76–0,90 мкм) ИК-диапазоны.

В НИИКАМ с 1970-х гг. с помощью материалов аэро- и космосъемок в различных диапазонах спектра изучались разнообразные проявления изменений растительного покрова под влиянием промышленных предприятий, сельскохозяйственной и лесохозяйственной деятельности, гидротехнических сооружений, градостроительства.

Другим направлением использования мониторинга растений в узких спектральных зонах оптического диапазона стало развитие методов точного земледелия в сельском хозяйстве. Регулярные спутниковые и авиационные снимки в видимом и ИК-диапазонах, фиксирующие стресс растений, позволили агрономам своевременно реагировать на неблагоприятные изменения в состоянии посевов различных культур, внося необходимые удобрения, средства химзащиты и пр.

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ

М. Ю. Пузаченко, Т. В. Черненькова, Е. В. Басова

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32. E-mail: *chernenkova50@mail.ru*

Ключевые слова: *картографическое моделирование, Мурманская обл., лесной покров, ДДЗ, ЦМР, ГИС, дискриминантный анализ.*

В настоящее время вопросы экологической дифференциации биома бореальных лесов на разных пространственных уровнях организации лесного покрова, комплексной оценки современного состояния лесных экосистем, включая изучение локально-региональных особенностей их антропогенных модификаций, являются недостаточно изученными и актуальными направлениями.

В мировой практике широко используется информация дистанционных изображений о структуре и свойствах растительности, в том числе в целях разномасштабного картографирования растительного покрова (Барталев, Малинников, 2006; McRoberts, 2006; Puzachenko, Puzachenko, 2008; Tomppo et al., 2008;). Опыт работ в этом направлении делает возможным более широкое использование дистанционной информации при оценке современного состояния растительного покрова и параметров его биоразнообразия, а так же при выявлении закономерностей его пространственно-временной организации в условиях разной степени антропогенного воздействия. Особенно уязвимыми к внешним воздействиям являются экосистемы пограничных местообитаний. В этой связи изучение современного состояния бореальных лесов на северном пределе распространения на Кольском полуострове, особенно в условиях воздействия промышленных источников атмосферного загрязнения, представляется актуальным.

Современное развитие методов математического анализа, технических средств измерения и обработки данных позволяет проводить оценку состояния растительного покрова с построением цифровых карт на основе количественных методов, что значительно повышает объективность, оперативность и качество анализа. В данном сообщении демонстрируется реализация такого подхода при анализе пространственной вариабельности растительного покрова и построении карты растительности для территории центральной части Кольского полуострова.

Объекты и методы

Район исследований входит в подзону северной тайги умеренного пояса Атлантико-арктической западной области. Исходная вариабельность условий внешней среды в регионе (сложный рассеченный рельеф с перепадом высот от 100 до 1200 м над ур. м.) в сочетании с действием различных антропогенных факторов (техногенное загрязнение, рубки, пожары) определили высокую неоднородность наземного покрова.

Теоретической основой работы является эколого-географический подход к исследованию пространственной дифференциации лесного покрова с учетом ландшафтной структуры территории, определяющей естественное разнообразие местообитаний/биотопов лесов. На ландшафтном уровне изучение эколого-ценотического разнообразия лесной растительности в разнородных экотопических условиях дает возможность установить ведущие факторы, определяющие современное разнообразие, состав и структуру таежных лесов у северной границы их распространения. Одной из основных задач при этом является интерполяция локальных наблюдений на верхние масштабные уровни с использованием дистанционной информации и количественных методов ее обработки (Пузаченко, 2004; Козлов и др., 2008; Пузаченко и др., 2008).

В основе демонстрируемого подхода лежит статистическое сопоставление нерегулярных и регулярных точечных (элементов системы) характеристик исследуемой пространственной системы. При наличии статистически значимых связей между характеристиками возможно как интерполировать нерегулярные данные, так и получить пространственное отображение связей между исследуемыми характеристиками систе-

мы. Статистическое обобщение связей между различными характеристиками системы позволяет выделить наиболее общие независимые связи, отражающие действие независимых факторов. В синергетике (Хакен, 1980) такие факторы, описывающие состояние сложной системы, обозначаются как параметры порядка системы. Классификация элементов системы по общим для большинства характеристик системы связям (параметрам порядка) дает возможность отобразить ее пространственное состояние. Количество классов лимитируется разнообразием пространственных состояний системы и целями классификации, а семантическое содержание классов определяется через характеристики самой системы. Для выдвижения гипотез о процессах и факторах, отвечающих за пространственное состояние системы, проводиться интерпретация общих связей (параметров порядка) через характеристики системы, определяемые ими в наибольшей степени.

При ограниченном количестве информации о пространственном распределении некоторых характеристик системы, последние могут быть обобщены с выделением новых типов, описывающих весь спектр пространственных состояний системы, но с потерей информации о состоянии ее отдельных характеристик. В этом случае анализ ограничивается интерполяцией обобщенной характеристики на основе остальных характеристик системы с определением связей между ними. В данном сообщении демонстрируется вариант анализа при ограниченном количестве информации.

В качестве метода интерполяции выбран пошаговый дискриминантный анализ. Данный метод позволяет провести интерполяцию нерегулярной характеристики на основе регулярных характеристик с выделением линейных регрессионных связей и оценкой определенности выполненной интерполяции (Пузаченко, 2004). В отличие от подобных методов, данный вид анализа позволяет выделить связи между исследуемыми характеристиками в виде осей дискриминантного анализа, рассчитывает определенность классификации для каждого элемента системы, а также позволяет анализировать большие массивы сопряженных данных. Обобщение связей полученных при дискриминантном анализе проводится методом главных компонент (Хакен, 2003, 2005) факторного анализа с оценкой размерности методом каменистой осыпи.

В качестве источников пространственной информации о состоянии характеристик растительности использованы данные полевых геоботанических описаний, мультиспектральные данные дистанционного зондирования, топографические карты масштаба (1 : 50 000) и данные лесной таксации на уровне лесничеств.

Полевые геоботанические описания представлены 361 точками с GPS привязкой, характеризующими основные эколого-фитоценотические условия региона. Особое внимание при наземных исследованиях уделялось антропогенно-модифицированным сообществам в районе горно-металлургического комбината «Североникель» (ГМК). На основе анализа геоботанических описаний выполнена эколого-доминантная классификация растительных сообществ до уровня ассоциаций и групп ассоциаций. В качестве дополнительного метода дифференциации описаний и более точной интерпретации распределения сообществ по группам была проведена ординация в абстрактных осях варьирования на основе анализа соответствий с удаленным трендом (DCA).

Для более полного охвата разнообразия наземного покрова территории, на основе ДДЗ, лесной таксации и топографических карт, в ГИС дополнительно добавлены типы растительности и наземного покрова (нивально-гляциальные, гольцовые, пирогенные, заболоченные, техногенно-трансформированные, селитебные, сельскохозяйственные и водные), не представленные в полевых описаниях или представленные в недостаточном для проведения статистического анализа количестве. В результате пространственное разнообразие региона площадью 6500 км^2 было описано 2097 точками, принадлежащими к ассоциациям и группам ассоциаций растительности и типам наземного покрова. На наиболее детальном уровне типизации выделены 34 типа растительных сообществ на уровне ассоциаций и 9 типов наземного покрова. Средний уровень типизации представлен 14 классами ассоциаций растительности и 7 типами наземного покрова. На верхнем уровне типизации выделены 9 типов растительности (уровень классов формаций) и 6 типов наземного покрова. Типизация растительного покрова была проведена с учетом имеющихся в литературе классификационных схем растительного покрова (Разнообразие…, 2009; Карта…, 2008), а также оригинальных разработок для антропогенно-нарушенных местообитаний.

Отраженная в нескольких спектральных каналах радиация, является одним из средств измерения состояния характеристик растительности и наземного покрова в целом. В качестве источника дистанционной информации выбраны данные со спутников серии Landsat, имеющие большое число спектральных каналов, высокое пространственное разрешение и длительный период съемки, дающий большой набор малооблачных сцен для анализа. Территория исследований покрывается несколькими сценами съемки, что требовало составления мозаик снимков. Из базы снимков, были отобраны безоблачные снимки, близкие по дате съемки (дню и месяцу), и составлены мозаики за 4 срока в период с 1984 по 2009 г.: 1) конец мая – начало июня, 2) конец июня – начало июля, 3) июль и 4) октябрь. При сопоставлении снимков проведено выравнивание их яркостей для получения бесшовной мозаики. Исходное разрешение съемки 30 м в соответствии с масштабом исследования агрегировано до 60 м. Для более полного использования информации спектральных каналов на их основе рассчитывались индексы, представленные разностями, нормализованными разностями и отношениями между каналами, имеющими физическую интерпретацию наряду с каналами съемки.

Рельеф, рассматривается как матрица, определяющая перераспределение влаги, вещества и энергии, что во многом задает условия формирования растительности. При этом влияние рельефа может проявляться на различных иерархических уровнях его организации и через различные его характеристики. Для расчета высот и характеристик рельефа по данным топографических карт масштаба 1 : 50 000 построен регулярный грид (матрица) высот или цифровая модель рельефа (ЦМР). Построение ЦМР проведено на основе векторизованных изогипс и высотных отметок рельефа, а также водоемов с отметками высот урезов воды, методом нелинейной интерполяции с размером пикселя 60 м. Для расчета характеристик рельефа (уклоны, кривизны, освещенность и др.) с помощью анализа спектра (Turcotte, 1997; Пузаченко, 1997) высот определялись линейные размеры форм рельефа для исследуемой территории. Полученные значения задавали размеры скользящего окна при расчете характеристик рельефа.

Совмещение полевых данных с ДДЗ и ЦМР осуществлялось в среде ГИС, где точки, описывающие выделенные классы растительности, сопоставлялись с ближайшими к ним точками регулярных растров ДДЗ и ЦМР, представленными в векторном точечном формате. Таким образом, формировалась обучающая выборка, используемая для определения связей типов растительности и наземного покрова с характеристиками растительности и ее местообитаний, полученным из ДДЗ и ЦМР.

Результаты

При классификации наземного покрова исследуемого региона на верхнем уровне типизации (15 типов) в результате дискриминантного анализа принадлежность к заявленному типу была верно определена для 81 % исходных точек. В меньшей степени с параметрами ДДЗ и ЦМР были связаны техногенные пустоши (участки березовой и ивово-березовой поросли) (44 %), редколесья (53 %) и березовые криволесья (56 %). Десять статистически значимых дискриминантных осей описывают частные связи между типами растительности и характеристиками ДДЗ и ЦМР, что говорит о наличие 10 независимых факторов среды, определяющих пространственное разнообразие выделенных классов наземного покрова на этом уровне.

Качество дискриминации для среднего уровня типизации (21 тип) составляет 74 %. Наиболее низкий уровень связи ДДЗ и ЦМР наблюдался с березовыми криволесьями (33 %), сосновыми редколесьями (38 %), хвойно-березовыми лесами (39 %), болотами (45 %), поймами и берегами озер (47 %). Частные связи типов с ДДЗ и ЦМР описывается 13 статистически значимыми дискриминантными осями.

Дискриминантный анализ типов растительности на уровне формации (43 типа) показал распознавание заданных типов на уровне 69 %. Полностью не распознаётся от ДДЗ и ЦМР тип, определенный как сосновые леса зеленомошно-лишайниковые. На низком уровне определяются также такие типы как хвойно (сосново-елово)-березовые леса луговиково-лишайниково-кустарничковые (16 %), техногенные пустоши кустарничково-лишайниковые (17 %) и лишайниковые (18 %), еловые леса кустарничково-полумертвопокровные (17 %), сосновые редколесья кустарничково-сфагновые и кустарничково-зеленомошные (22 %), еловые леса кустарничково-сфагновые (25 %) и кустарничково-лишайниково-зеленомошные (26 %). Частные связи меду типами растительности, ДДЗ и ЦМР описываются 14 дискриминантными осями. Таким образом, при более детальной типизации растительного покрова число факторов, определяющих его пространственную структуру, увеличивается в силу подключения не только экзогенных факторов среды, но и эндогенных факторов, определяющих процессы саморазвития и сукцессионной динамики растительного покрова.

Обобщение частных связей между типизациями растительного покрова различных уровней детальности показало наличие 7 параметров порядка, определяющих пространственное распределение типов и описывающих 72 % от варьирования частных связей. Первый параметр порядка (21 % от варьирования частных связей) отражает влияние высотных климатических градиентов на состояние растительного покрова. Второй параметр порядка (12 % от варьирования частных связей) описывает антропогенное влияние на состояние растительности. Третий параметр порядка (10 % от варьирования частных связей) отражает естественное сукцессионное состояние растительного покрова. Четвертый и пятый параметры порядка описывают по 8 % от варьирования частных связей и определяют водный режим местообитаний на различных иерархических уровнях. Шестой параметр порядка (7 % от варьирования частных связей) определяет экспозиционные различия увлажнения макроформ рельефа. Седьмой параметр порядка (6 % от варьирования частных связей) отражает антропогенные нарушения растительного покрова.

Заключение

На основе наземных и дистанционных данных были выявлены закономерности формирования типологического разнообразия растительного покрова центральной части Мурманской обл. Методами картографического моделирования была создана карта актуальной растительности исследуемого региона — бассейна оз. Имандра (масштаб 1 : 100 000), характеризующая большую часть Лапландского заповедника, территории горного массива Хибин, а также антропогенно-трансформированные окрестности металлургического комбината, дающая представление о всем разнообразии растительности исследуемой территории до уровня ассоциаций и групп ассоциаций. Сочетание экспертно-визуальных и цифровых методов обработки картографической и разновременной аэрокосмической информации позволило создать также серию

экологических карт, отражающих современное состояние растительного покрова региона, степень его нарушенности, соотношение по занимаемой площади условно-коренных и производных сообществ. Использование различных источников пространственных данных о состоянии растительного и наземного покрова наряду с использованием методов статистического анализа позволило не только провести построение карты растительного покрова, но выделить основные факторы его дифференциации. При этом достоверно выявлено и оценено влияние хозяйственной деятельности человека на преобразование состава и структуры растительного покрова на региональном уровне.

Полученные знания являются основой для понимания условий и процессов антропогенной трансформации растительного покрова, его пространственной и временной динамики, что важно для обоснования систем мониторинга. Результаты делают возможным провести сравнительный анализ экосистемного разнообразия бореальных лесов на региональном уровне в разных природно-климатических регионах, выявить общие закономерности пространственной структуры восточноевропейских бореальных лесов в целом и создать картографические модели региональных частей единого циркумбореального таежного биома.

Список литературы

Барталёв С. С., Малинников В. А. 2006. Взаимная яркостная нормализация спутниковых изображений при региональном картографировании лесов // Известия высших учебных заведений. Специальный выпуск. С. 83–92. — *Карта* растительности восточной части Лапландского Государственного природного Биосферного заповедника. М. 1:50 000 / Под ред. В. Ю. Нешатаева. 2008. — *Козлов Д. Н., Пузаченко М. Ю., Федяева М. В., Пузаченко Ю. Г.* 2008. Отображение пространственного варьирования свойств ландшафтного покрова на основе дистанционной информации и цифровой модели рельефа // Изв. РАН. Сер. геогр. № 4. С. 112–124. — *Пузаченко Ю. Г.* 1997. Приложение теории фракталов к изучению структуры ландшафта // Изв. РАН Сер. геогр. № 2. — *Пузаченко Ю. Г.* 2004. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М. 416 с. — *Пузаченко М. Ю., Котлов И. П., Черненькова Т. В.* 2008. Технологическая схема мониторинга природных объектов с использованием ДДЗ и ГИС-технологий // Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы. М. С. 347–355. — *Разнообразие* растений, лишайников и цианопрокариот Мурманской области: итоги изучения и перспективы охраны. 2009. СПб. 119 с. — *Хакен Г.* 1980. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. М.; Ижевск. 320 с. — *Хакен Г.* 2003. Синергетика. М. 406 с. — *Хакен Г.* 2005. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. М. 248 с. — *McRober R. E.* 2006. A model-based approach to estimating forest area. Remote Sensing of Environment, 103. P. 56–66. — *Tomppo E., Olsson H., Ståhl G., Nilsson M., Hagner O., Katila M.* 2008. Combining national forest inventory field plots and remote sensing data for forest databases. Remote Sensing of Environment, 112. P. 1982−1999. — *Turcotte Donald L.* 1997. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics. Second edition. Cambridge Un. Press. 398 p — *Puzachenko M. Yu., Puzachenko Yu. G.* 2008. The multifunctional analysis of vegetation // Man and environment in boreal forest zone: past, present and future. International Conference, July 24–29, 2008 Central Forest State Natural Biosphere Reserve, Russia / Eds.: E. Yu. Novenko, I. I. Spasskaya, A. V. Olchev; Institute of Geography RAS, A. N. Severtsov Institute for Ecology and evolution RAS. M. P. 83–85.

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГА ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Рыжкова, И. В. Данилова, М. А. Корец, И. А. Михайлова

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28. E-mail: vera@ksc.krasn.ru

Ключевые слова: *восстановительные ряды растительности, возрастные стадии, геоморфологические комплексы лесорастительных условий, цифровая модель рельефа, ГИС-технологии.*

Изучение и систематизация пространственного разнообразия растительного покрова неизменно является актуальной научной и практической задачей. Отражение этого разнообразия на карте требует анализа разнообразной информации о структуре и динамике растительности, факторах среды. Картографирование растительного покрова — сложный процесс, в основе которого лежит анализ экологических и более общих географических связей растительных сообществ.

В классической геоботанике растительный покров традиционно рассматривался как часть географической среды, его описание осуществлялось по географическому принципу, выделялись единицы растительного покрова, свойственные разностям среды (Сочава, 1979).

Вторая половина XX в. ознаменовалась бурным развитием картографирования растительного покрова. В отечественной школе геоботанического картографирования сформировались несколько направлений, связанных с особенностями объектов картографирования (разных типов растительности), а также принципами классификаций, использованных для построения легенды карт. Два основных из них — это эколого-фитоценотическое (Грибова, Исаченко, 1972; Растительность…, 1980; Юрковская, 1968, 1992) и географо-генетическое (Сочава, 1962, 1968, 1979). В рамках последнего получил развитие динамический подход к изучению и картографированию лесной растительности на ландшафтной основе (Крауклис, 1975; Сочава, 1978, 1979).

Современный этап развития тематического картографирования связан с развитием новых методов, таких как ГИС-технологии, позволяющих объективизировать процесс картосоставления, повысить точность и достоверность карт путем разработки алгоритмов для автоматизированной, оперативной и объективной обработки дистанционной и наземной информации (Ландшафтно-интерпретационное…, 2005) при грамотном сочетании с традиционными картографическими методами.

Применение ГИС-технологий позволяет разработать методики выделения территориальных единиц расчленения земной поверхности, и в частности лесного покрова, однородных по ряду заданных показателей (климатических, орографических, эдафических, биотических), сводя к минимуму субъективный фактор. Такое послойное (поэлементное) представление большого количества информации имеет принципиальное значение, так как границы разных компонентов природных систем часто не совпадают и очень условно характеризуются, например, ландшафтными границами. ГИС-технологии позволяют проводить объективное сопоставление слоев разных факторов и таким образом более объективно выявлять связи растительности с эколого-географическими факторами.

Целью исследований является разработка автоматизированных подходов к картографированию лесного покрова на основе ГИС-технологий.

Важнейшая задача, требующая решения при разработке тематических карт, связана с выбором принципов классификации, на основе которых строятся их легенды. В данной работе для классификации растительного покрова использована концепция генетического типа леса, разработанная для горных лесов Дальнего Востока (Ивашкевич, 1933; Колесников, 1956) и получившая дальнейшее развитие и практическое применение в разных по лесорастительным условиям регионах (Смолоногов, 1970, 1998; Попов, 1982; Зубарева и др., 1983; Голгофская, 1983; Розенберг, Манько, 1983).

Основной единицей генетической классификации является тип леса, понимаемый как ряд генетически связанных и последовательно сменяющихся насаждений, которые развиваются в пределах определенного типа лесорастительных условий. Тип лесорастительных условий является важнейшей составной частью понятия тип леса, выделяется с учетом геологического и геоморфологического строения территории. Коренные и производные типы насаждений в пределах определенного типа лесорастительных условий группируются в восстановительный ряд растительности — тип леса (Колесников, 1956).

Использование принципов генетической классификации открывает большие возможности для картографирования динамических явлений в растительном покрове на основе ГИС. Одним из важных преимуществ этого подхода является то, что разнообразие лесных сообществ систематизируется не по изменчивым внешним признакам (например, видовой состав), а по сходству условий местопроизрастания. В результате анализа ЦМР изучаемая территория дифференцируется на участки, однородные по топографическому положению и сочетанию элементов или форм мезорельефа, и, следовательно, по экологическим режимам, создающим определенный лесорастительный эффект.

Решение поставленных задач осуществляется в рамках созданной в Институте леса СО РАН ГИС «Леса Средней Сибири» (Черкашин, Корец, 2004; Рыжкова и др., 2006). Вся необходимая информация собрана в Банке данных (БД) ГИС: это базовые информационные слои — цифровая картографическая основа, цифровая модель рельефа местности, материалы аэрокосмической съемки, данные наземных исследований, общегеографические и тематические карты, база метеорологических данных.

В качестве тестовой была выбрана территория южной части Приенисейской Сибири. По характеру рельефа она отчетливо разделяется на две части: Западно-Сибирская равнина и Среднесибирское плоскогорье, а также различается по климатическим условиям.

На примере тестового участка разработана и апробирована методика автоматизированного формирования карт лесорастительных условий и восстановительной динамики лесной растительности на основе сопряженного анализа данных космической мультиспектральной съемки (Landsat ETM+), цифровой модели рельефа местности и материалов наземных исследований.

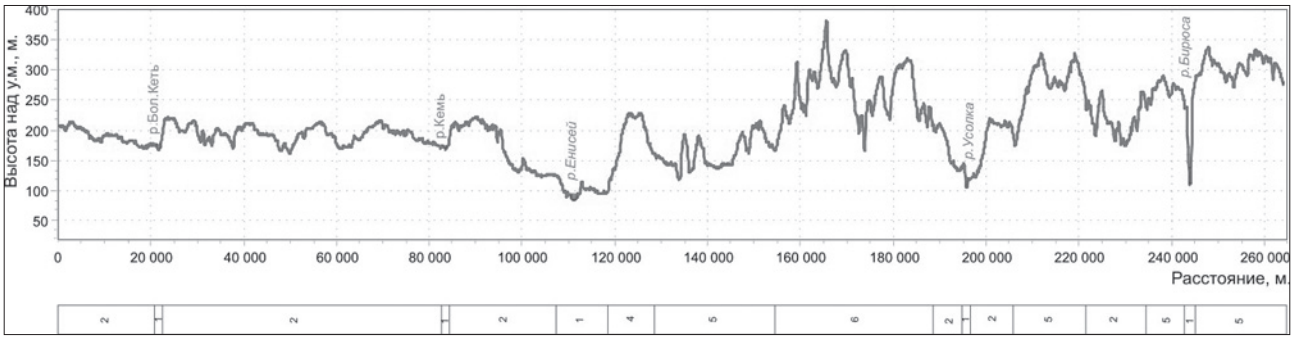
Методика включает следующие этапы.

I. Разработка сопряженной классификации растительности и лесорастительных условий.

Для разработки классификации картографируемых объектов был проведен предварительный анализ исследуемой территории с использованием содержащихся в БД ГИС тематических и общегеографических карт, литературных данных, материалов наземных исследований. С использованием ЦМР построены обобщенные топографические профили, отражающие геоморфологические особенности тестовой территории (рис.). На основе профилей и ландшафтных карт (Ландшафты…, 1977; Ландшафтная…, 1987) проанализировано разнообразие геоморфологических условий тестовой территории и выделены участки, относительно однородные по характеру рельефа (по соотношению форм мезорельефа, интервалам абсолютных высот и степени расчлененности поверхности), предположительно соответствующие геоморфологическим комплексам лесорастительных условий (ГМК). Определено предварительное количество классов для автоматизированной классификации ЦМР и выделения пространственных границ ГМК.

По полевым, фондовым и литературным данным с использованием генетического подхода была разработана сопряженная классификация растительности и лесорастительных условий для исследуемой тер-

Профиль 1



Профиль 9

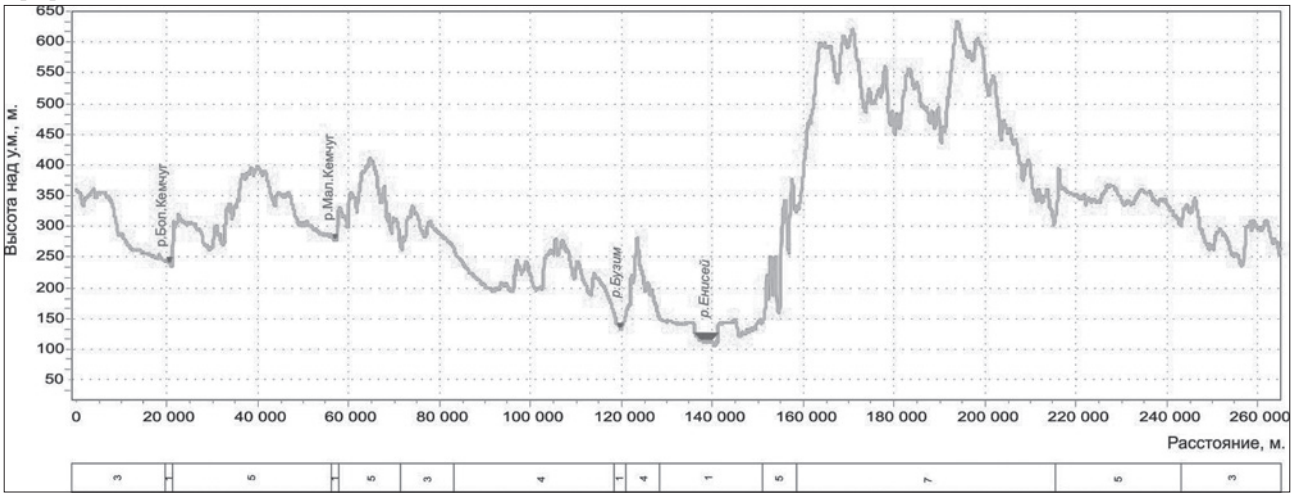


Рис. Топографические профили, построенные на основе ЦМР.
1–7 — геоморфологические комплексы лесорастительных условий (фрагмент описания представлен в табл.)

ритории. В классификации отражены основные тенденции восстановительной динамики растительности в различных лесорастительных условиях.

II. Систематизация условий местопроизрастания, формирование карты потенциальных лесорастительных условий, формирование восстановительных рядов лесных сообществ.

Для выделения пространственных границ классов проведена неуправляемая классификация ЦМР стандартным методом ISODATA, в результате выделяются классы расчленения земной поверхности по морфометрическим параметрам рельефа (абсолютная высота и уклон поверхности) и проводится их тематическая интерпретация (табл.) как ГМК. Более детальные единицы лесорастительных условий выделяются в пределах каждого ГМК по заданным параметрам (абсолютная высота, уклон и кривизна поверхности), в результате идентифицируются типы лесорастительных условий. Полученная карта потенциальных лесорастительных условий является основой для систематизации разнообразия лесных сообществ на принципах генетической классификации.

В пределах каждого ГМК определяется состав преобладающих коренных типов леса и производных модификаций для дальнейшей систематизации существующего разнообразия лесных сообществ. По полевым, фондовым и литературным данным для равнинной и низкогорной частей района исследований выделены наиболее типичные восстановительные ряды лесной растительности в разных лесорастительных условиях. Восстановительные ряды формируются из возрастных стадий, объединенных в пределах класса возраста.

IV. Автоматизированное дешифрирование космического снимка, распознавание и интерпретация классов, формирование карты растительного покрова.

Классификация спутниковых изображений проводится с использованием метода ISODATA, элементарные классы расчленения земной поверхности выделяются по спектральным характеристикам и идентифицируются как возрастные или восстановительные стадии лесной растительности: а) начальные стадии восстановления (гари и вырубки); б) лиственные насаждения (молодняки) (до 40 лет); в) смешанные хвойно-лиственные насаждения (40–80 лет); г). приспевающие хвойные насаждения (80–120 лет); д) спелые и перестойные хвойные насаждения (более 120 лет). Результаты дешифрирования совмещаются с электронным слоем, характеризующим потенциальные лесорастительные условия, анализ и идентификация информационных классов производится экспертным путем в соответствии с разработанной классификацией. В результате для тестового участка были получены векторные полигональные слои, отражающие про-

странственное распределение восстановительных рядов и стадий восстановления лесной растительности в разных лесорастительных условиях.

Таблица

Классы расчленения земной поверхности по морфометрическим параметрам рельефа, интерпретированные с учетом зональных типов почв и растительности (фрагмент таблицы)

Номер	Характеристика классов
1	Низкие (абс. выс. 120–170 м) плоские приречные аллювиально-аккумулятивные равнины на лессовидных суглинках и облессованных глинах (высокие и средние террасы), песках и галечниках (низкие террасы) с аллювиально-лугово-болотными, дерново-глеевыми перегнойно-торфянистыми, серыми глеевыми, серыми, темно-серыми со 2-м гумусовым горизонтом почвами. Растительность пойменная, луговая, подтаежная.
2	Возвышенные плоские и полого-волнистые озерно-аллювиальные аккумулятивно-денудационные равнины (Н = 184–216 м), сложенные светло-бурыми и желто-бурыми облессованными средними по гранулометрическому составу остаточно-карбонатными глинами, с лугово-черноземными, дерново-луговыми, дерново-глеевыми, серыми лесными глеевыми, серыми и темно-серыми со 2-м гумусовым горизонтом почвами под южнотаежными елово-пихтовыми и сосновыми лесами.
3	Высокие волнистые, пологоувалистые, увалистые и грядовые денудационные и денудационно-эрозионные равнины (Н = 238–280 м) сложенная элювио-делювиальными и аллювиально-делювиальными бурыми и коричнево-бурыми очень плотными глинами, с серыми лесными, темно-серыми, светло-серыми, часто со 2-м гумусовым горизонтом, в сочетании с серыми глеевыми, дерново-луговыми и дерново-подзолистыми почвами под южнотаежными елово-пихтовыми и сосновыми, а также подтаежными сосновыми лесами.
4	Высокие приречные увалистые и грядовые сильно расчлененные денудационно-эрозионные равнины (Н = 217–280 м) в сочетании с полого-волнистыми участками аккумулятивно-денудационных равнин на светло-бурых и желто-бурых облессованных делювиально-аллювиальных, средних по гранулометрическому составу остаточно-карбонатных глинах (левый берег) и делювиальных и элювиально-делювиальных красно-желтых супесях и песчанистых суглинках (правый берег). Почвы дерново-глеевые перегнойно-торфянистые, лугово-черноземные, дерново-луговые, дерново-глеевые, серые глеевые, серые, темно-серые со 2-м гумусовым горизонтом под сосновыми подтаежными, пихтово-еловыми и елово-пихтовыми лесами.

Фрагмент легенды карты:

I. Восстановительные ряды сосновых лесов

1. Сосняки разнотравно-крупнотравные на дерновых лесных темноцветных и темно-серых лесных суглинистых почвах водоразделов и прилегающих частей очень пологих склонов. Молодняки и средневозрастные насаждения с преобладанием осины. 2. Сосняки злаково-разнотравные на дерново-слабоподзолистых, дерновых лесных кислых и серых лесных суглинистых почвах пологосклоновых поверхностей. Молодняки и средневозрастные насаждения с преобладанием березы. 3. Сосняки бруснично-разнотравные на дерново-подзолистых и светло-серых лесных супесчаных почвах склонов средней крутизны. С начальных стадий возобновление идет с преобладанием сосны.

II. *Восстановительные ряды темнохвойных лесов*

6. Елово-кедрово-пихтовые разнотравно-крупнотравные леса, коренные — разнотравные с элементами крупнотравья, производные — на начальных стадиях с преобладанием осины, разнотравно-крупнотравные, разнотравно-вейниковые, приурочены к плоским плакорным поверхностям, очень пологим склонам и плоским понижениям нагорной аккумулятивной равнины на дерновых лесных темноцветных, темно-серых и дерново-подзолистых со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистых почвах. 7. Елово-пихтовые бореально-травяные леса, коренные — разнотравные, производные — на начальных стадиях с преобладанием березы, разнотравно-осочковые, разнотравно-вейниковые склоновых поверхностей нагорной аккумулятивной равнины на дерново-подзолистых и серых лесных почвах. 8. Елово-пихтовые коренные мелкотравно-зеленомошные леса, производные насаждения на начальных стадиях с преобладанием осины, разнотравно-крупнотравные, разнотравно-вейниковые, разнотравно-зеленомошные плоских водоразделов и пологосклоновых поверхностей на дерново-подзолистых суглинистых почвах в низкогорной части кряжа.

С использованием предложенного подхода на примере территории тестового участка по ЦМР (SRTM 90m) и данным мультиспектральной космической съемки (Landsat ETM+) получены векторные карты, отражающие типологическое разнообразие лесной растительности и возрастные стадии ее восстановления в разных лесорастительных условиях.

Список литературы

Голгофская К. Ю. 1983. Использование принципов географо-генетического направления при типологической классификации и районировании горных лесов. // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск. С. 60–63. — *Грибова С. А., ИсаченкоТ. И.* 1972. Картографирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Л. Т. 4. С. 137–330. — *Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П., Фильрозе Е. М.* 1983. Теоретические основы географо-генетической классификации типов леса и их развитие // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск. С. 37–42. — *Ивашкевич Б. А.* 1933. Дальневосточные леса и их промышленное будущее. Хабаровск. — *Колесников Б. П.* 1956. Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л. 263 с. — *Крауклис А. А.* 1975. Природные режимы и топогеосистемы // Природные режимы и топогеосистемы Приангарской тайги. Новосибирск. С. 7–13. — *Ландшафтно-интерпретационное* картографирование. 2005. Новосибирск. 424 с. — *Ландшафты* юга Восточной Сибири. 1977. М. 1 : 1 500 000 / Отв. ред. В. Б. Сочава. М. — *Ландшафтная* карта СССР. 1987.М. 1 : 2 500 000 / Отв. ред. И. С. Гудилин. М. — *Попов Л. В.* 1982. Южнотаежные леса Средней Сибири. Иркутск. 330 с. — *Растительность* европейской части СССР 1980. / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко,

Е. М. Лавренко. Л. 429 с. — *Рыжкова В. А., Корец М. А., Черкашин В. П.* 2006. Пространственно-временная характеристика лесных экосистем: возможности использования информационных технологий // Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование. Новосибирск. С. 504–517. — *Смолоногов Е. П.* 1970. Возрастная динамика и хозяйственно-выборочные рубки в широколиственно-темнохвойных лесах. // Динамика и строение лесов на Урале. Свердловск. С. 117–135. — *Смолоногов Е. П.* 1998. Основные положения генетического подхода при построении лесотипологических карт // Экология. № 4. С 256–261. — *Сочава В. Б.* 1962. Вопросы картографирования в геоботанике // Принципы и методы геоботанического картографирования. М.;Л. С. 5–27. — *Сочава В.* Б. 1968. Растительные сообщества и динамика природных систем // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 20. С. 12–22. — *Сочава В.* Б. 1978. Введение в учение о гесистемах. Новосибирск. 318 с. — *Сочава В.* Б. 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 190с. — *Попов Л. В.* 1982. Южнотаежные леса Средней Сибири. Иркутск. 330 с. — *Розенберг В. А., Манько Ю. И.* 1983. Экологические и географические основы организации хозяйства в темнохвойных лесах северо-западной Пацифики // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск. С. 48–52. — *Черкашин В. П., Корец М. А* 2004. Результаты развития ГИС «Леса Средней Сибири» // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. Материалы Всерос. конф. Красноярск. С. 383–387. — *Юрковская Т. К.* 1968. О некоторых принципах построения легенды карты растительности болот // Геоботаническое картографирование 1968. Л. С. 44–51. — *Юрковская Т. К.* 1992. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. СПб. 256 с. (Тр. БИН. Вып. 4)

О БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ РОССИИ

И. Н. Сафронова[1], Т. К. Юрковская[1], Г. Н. Огуреева[2], Л. П. Паршутина[1]

[1] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2

[2] Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы
irasafronova@yandex.ru, yurkovskaya@hotmail.ru, ogur02@yandex.ru, ludmila.parshutina@gmail.com

Ключевые слова: *единицы районирования, зональность, высотная поясность.*

Районирование — одна из важных проблем геоботаники. Существенный вклад в ее развитие внесли В. Д. Александрова, Б. А. Городков, П. Г. Крылов, А. В. Куминова Е. М. Лавренко, В. Б. Сочава, Н. А. Прозоровский, А. П. Шенников и другие.

Задача ботанико-географического районирования состоит в делении территории по растительному покрову на объективно существующие регионы различного ранга. Регионы неоднородны внутри себя, и в то же время они представляют собой единство, определенную ботанико-географическую целостность, возникшую в процессе исторического развития растительности на данном пространстве. На первый план выступает территориальная структура растительности: спектр широтных полос, спектр поясов в горах, набор сообществ, их экологические ряды и географические связи, соотношение в регионах эдафических вариантов. Районирование является синтезом знаний о ботанической географии региона и методом его познания.

Основа ботанико-географического районирования — типологические карты растительности, которые позволяют судить не только о закономерностях распределения растительного покрова, но и о его особенностях. Необходимы и карты ареалов видов — важных для понимания региональной специфики растительного покрова. При составлении типологических карт используются сведения о растительном покрове, полученные в результате полевых исследований и литературного анализа, а также картографические материалы других специалистов: почвоведов, лесоустроителей, ландшафтоведов и т. д. Проведение границ разного ранга — один из сложных этапов районирования, что обусловлено характером проявления границ в природе и степенью изученности растительности региона.

Районирование всегда представляется в виде карты, которая отражает пространственное размещение выделенных категорий. Важным этапом является выбор единиц районирования и их соподчинение. Легенда к карте представляет собой иерархическую структуру.

Карта геоботанического районирования СССР была опубликована в 1947 г. (Карта…, 1947). Принципы районирования и его единицы используются до настоящего времени с некоторыми уточнениями и дополнениями (Шенников, 1940а; Лавренко, 1947; Карамышева, Рачковская, 1973; Камелин, 1987). Но до сих пор нет единого представления о зональном делении различных территорий, неясен ранг таких широтных полос, как лесотундра, лесостепь, хвойно-широколиственные леса, существует разное понимание одних и тех же терминов, разная степень знания отдельных регионов, местами антропогенный пресс настолько силен, что затрудняет проведение зональных и региональных границ. За прошедшие более чем 60 лет накоплен огромный фактический материал. Изданы карты растительности на различные регионы страны. Опубликованы ботанико-географические схемы для отдельных территорий европейской части России и Сибири. Изменились представления о широтном делении некоторых регионов. Появились GIS-технологии. Наступил новый этап в развитии картографии растительности — фитоэкологическое картирование, при котором повысилась экологическая информативность карт. Новые материалы позволяют уточнить зональные и региональные границы, внести изменения в содержание некоторых единиц районирования (Юрцев и др., 1978; Исаченко, Лавренко, 1980; Геоботаническое… 1989; Карта…, 1990; Карта…,

1996; Карта…, 1997; Огуреева и др., 1999а, б; Огуреева и др., 2010; Сафронова, 2010; Юрковская, 2010; и др.). Это хорошая основа для создания карты районирования России по особенностям и специфике растительного покрова.

Ботанико-географическое районирование — это деление территории по признакам растительности и флоры, при этом необходимо учитывать не просто присутствие или отсутствие тех или иных видов, но также их фитоценотическую роль и отношение к плакорным (зональным, поясным) условиям существования. Нами принято три типа единиц:

1) региональные изменения на равнинах и в горах отражаются такими территориальными единицами, как доминион, субдоминион, область, подобласть, провинция, подпровинция;

2) широтные изменения на равнинах маркируются выделением зон и подзон;

3) высотные изменения в горах характеризуются высотно-поясными рядами или типами поясности.

При геоботаническом районировании СССР (1947) самой крупной единицей была «область». Мы рассматриваем территорию России в общей планетарной системе ботанико-географического районирования и поэтому используем высшие единицы — «доминион» и «субдоминион».

Е. М. Лавренко (1968) подчеркивал, что суть ботанико-географического районирования состоит в выделении высших единиц по флористическим признакам, а начиная с области — по геоботаническим с учетом флористических. Доминион, по мнению Е. М. Лавренко, полностью совпадает с флористическим царством по объему и принципам выделения. Доминион характеризуется определенным составом семейств, наличием эндемичных или почти эндемичных семейств и родов, а также господством типов растительности, отсутствующих в соседнем доминионе. Доминионы делятся на субдоминионы при наличии особенностей в составе семейств, в наборе типов растительности**.**

Следующая по значимости иерархическая единица — «область». Она характеризуется преобладанием одного или двух зональных типов растительности, наличием азональных или интразональных типов, связанных территориальной общностью и экологическими параметрами. Вслед за академиком В. Б. Сочавой (1958, 1966, 1979) мы считаем, что основным условием для выделения области является наличие связей в разнородных звеньях, которые образуют зональный ряд. «Подобласть» выделяется при наличии в различных частях области некоторых существенных отличий в структуре господствующего типа растительности (в составе эдификаторов, типов поясности, в спектре зональной структуры).

Существует мнение, что термин «область» во многих случаях совпадает с термином «зона» (Лавренко, 1947). Проанализировав распространение различных типов растительности по Земному шару, мы пришли к мнению, что эти две категории неравнозначны. Ботанико-географическая область может включать как одну, так и несколько широтных зон. В легенде к новой карте районирования России Евразиатскую таежную подобласть Циркумбореальной области мы делим на три зоны с севера на юг: лесотундровую, таежную и подтаежную; Евразиатскую степную область — на две зоны: лесостепную и степную.

«Провинция» и «подпровинция» — единицы следующего, более низкого уровня. Именно эти единицы отражают различия растительного покрова равнин и гор. Провинция устанавливается по видовому составу эдификаторов как плакорных, так и неплакорных сообществ, в зависимости от океаничности—континентальности территории. Для каждой провинции характерен свой спектр подзон, их протяженность, конфигурация, фитоценотическое разнообразие, сопряжение зонального положения со структурой поясности в горах (Лавренко, 1950, 1968; Исаченко, Лавренко, 1980, Ботаническая…, 2003).

Подпровинции выделяются по различиям господствующих в провинции формаций; по набору и соотношению зонально-экологических вариантов в связи с наличием или отсутствием тех или иных типов местообитаний в разных частях провинций; по специфическим региональным растительным сообществам; по составу дифференциальных видов, по различиям в структуре зональности.

Широтные изменения биоклиматических показателей определяют зональные закономерности растительного покрова на равнинах и отражаются выделением зон и подзон. На основании современного широкого понимания типа растительности нами использованы новые критерии для выделения ботанико-географических зон. Как известно, каждая зона характеризуется амплитудой климатических показателей, которые изменяются в определенных пределах с севера на юг и которые позволяют в пределах зоны различать подзоны. Широтная смена диагностируется по изменению структуры сообществ, набору доминантных видов, изменению их экологических характеристик, наличию дифференциальных таксонов и их фитоценотической значимости.

Ботанико-географическая зона характеризуется господством одного (реже более) зонального типа растительности, соответствующего зональному типу биоклимата. Биоклиматическим условиям зоны в наибольшей степени соответствуют растительные сообщества плакоров — водоразделов с суглинистыми почвами, хорошо дренированных, не связанных с грунтовыми водами (Высоцкий, 1909). По плакорам достаточно четко устанавливаются подзональные различия, и обычно именно растительность плакоров называют «зональной». Многолетние исследования в различных зонах показали, что не только плакорная растительность зональна. В растительных сообществах всех типов местообитаний проявляются зональные черты (Ларин, 1927; Шенников, 1938, 1940б; Сочава, 1964). На картах растительности данное явление получило отражение в 1970-х гг. выделением «эдафических вариантов» (в одних случаях — картографиче-

ски в виде дополнительных знаков, в других — как картографируемая единица в легенде к карте). Вместо «эдафического варианта» мы предлагаем использовать новый термин — «зонально-экологический вариант». Этим названием, с нашей точки зрения, подчеркивается экологическая специфика растительного сообщества в зависимости от его зональной принадлежности.

Подзоны отличаются по изменению флористического состава и экологических характеристик видов, синузиальной структуре сообществ, набору доминантных видов (не всегда). При проведении зональных и подзональных границ очень важно учитывать спектр зонально-экологических вариантов в разных частях исследуемого региона, их структуру и особенности распространения.

Следует отметить, что в каждой зоне, встречаются и другие формации — луговые, болотные и т. д., также несущие зональные черты. Обычно они приурочены к специфическим местообитаниям в пределах зоны и в отдельных ее частях могут занимать большие площади, как например, растительность болот в таежной зоне Западной Сибири.

Значительную площадь России занимают горные массивы. «Пояс растительности» — основная единица дифференциации растительного покрова в горах — выделяется по господствующему типу растительности или по сочетанию нескольких типов, соответствующих климатическим условиям на определенном высотном уровне, Пояс растительности может иметь различные высотные пределы на склонах разной экспозиции. Пояса растительности, закономерно сменяющие друг друга в высотном ряду, составляют спектры высотных поясов — типы поясности. Их выраженность и состав зависят от высоты горной системы и от того, в какой широтной зоне она расположена (Огуреева и др., 1999б).

Горная провинция характеризуется группой типов или типом высотной поясности. К одному типу высотной поясности относятся горы с одинаковым набором высотных поясов, чередующихся в определенном порядке по горному профилю. Типы поясности обусловлены широтными и региональными особенностями и служат интегральным показателем природных условий горных массивов.

Проводя ботанико-географическое районирование России, мы исходим из того, что она лежит в пределах Голарктического доминиона и четырех субдоминионов: Арктического, Бореального, Древнесредиземноморского и Восточноазиатского. На карте выделено: 4 ботанико-географических области, 5 подобластей, 20 провинций, 67 подпровинций.

Определение положения региона в общей системе ботанико-географического районирования, выявление специфических черт растительного покрова и выяснение причин их формирования важны для решения различных вопросов природопользования и охраны биоразноообразия.

Список литературы

Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). 2003. СПб. 424 с. — *Высоцкий Г. Н.* 1909. О фито-топологических картах, способах их составления и их практическом значении // Почвоведение. Т. 11. № 2. С. 97–124. — *Геоботаническое* районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. 1989 / Под ред. Александровой В. Д., Юрковской Т. К. Л. 64 с. — *Исаченко Т. И., Лавренко Е. М.* 1980. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л. С. 10–20. — *Камелин Р. В.* 1987. Флороценотипы растительности Монгольской Народной Республики // Бот. журн. Т. 72. № 12. С. 1580–1594. — *Карамышева З. В., Рачковская Е. И.* 1973. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. Л. 280 с. — *Карта* восстановленной растительности Центральной и Восточной Европы, м. 1 : 2 500 000. 1996. СПб.; Винница. На 6 л. — *Карта* геоботанического районирования СССР. 1947 // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л. Приложение. — *Карта* почвенно-экологического районирования Восточно-Европейской равнины (1 : 2 500 000). 1997. Научные редакторы: акад. РАН Н. Г. Добровольский, д. б. н. И. С. Урусевская. М. На 3 л. — *Карта* растительности СССР. Для высших учебных заведений. М. 1 : 4 000 000. 1990. М. На 4 л. — *Лавренко Е. М.* 1947. Принципы и единицы геоботанического районирования // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л. С. 9–13. — *Лавренко Е. М.* 1950. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран // Проблемы ботаники. М.; Л. Вып. 1. С. 530–548. — *Лавренко Е. М.* 1968. Об очередных задачах изучения географии растительного покрова в связи с ботанико-географическим районированием СССР // Основные проблемы современной геоботаники. Л. С. 45–69. — *Ларин И. В.* 1927. Растительные зоны средней части Уральской губернии // Журнал Рус. Бот. общ-ва. Т. 12. № 1–2. С. 5–14. — *Огуреева Г. Н., Сафронова И. Н., Юрковская Т. К., Микляева И. М., Котова Т. В.* 1999а. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Карта для высших учебных заведений. М. 1 : 8 000 000. М. 2 л. — *Огуреева Г. Н., Сафронова И. Н., Юрковская Т. К., Микляева И. М., Котова Т. В.* 1999б. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Пояснительный текст и легенда к карте м. 1 : 8 000 000. М. 64 с. — *Огуреева Г. Н., Котова Т. В., Емельянова Л. Г.* 2010. Экологическое картографирование. Биогеографические подходы. Учебное пособие. М. 160 с. — *Сафронова И. Н.* 2010. О подзональной структуре растительного покрова степной зоны в Европейской части России // Бот. журн. Т. 95. № 8. С. 1126–1133. — *Сочава В. Б.* 1958. Пути построения единой системы растительного покрова // Тез. докл. Делегатского съезда ВБО (май 1957 г.). Секция флоры и растительности. Л. Вып. IV. С. 40–49. — *Сочава В. Б.* 1964. Классификация и картографирование высших подразделений растительности Земли // Современные проблемы географии. М. С. 167–173. — *Сочава В. Б.* 1966. Районирование и картографирование растительности // Геоботаническое картографирование 1966. М.; Л. С. 3–13. — *Сочава В. Б.* 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 190 с. — *Шенников А. П.* 1938. Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.; Л. Т. 1. С. 429–637. — *Шенников А. П.* 1940а. Принципы геоботанического районирования // Геоботаника. М.; Л. Т. 4. С. 23–29. (Тр. БИН АН СССР. Сер. 3). — *Шенников А. П.* 1940б. К ботанической географии лесного Северо-Востока // Там же. С. 35–6. — *Юрковская Т. К.* 2010. Меридиональная зональность и

широтная дифференциация растительности болот России // Направления исследований в современном болотоведении России. СПб. С. 165–78. — *Юрцев Б. А., Толмачев А. И., Ребристая О. В.* 1978. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л. С. 9–04.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

В. П. Седельников

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101. E-mail: csbg@ngs.ru

Ключевые слова: *растительность высокогорий, разнообразие, пространственная организация.*

После распада Советского Союза основные горные системы остались на территории Азиатской России, где они занимают около 60% территории. Наиболее крупными из них, вытянутыми в широтном направлении, являются горы юга Сибири, образующие периферийную часть мощного Центрально-азиатского горного узла. С ними практически смыкаются горные системы Дальнего Востока, Якутии и другие.

Во всех горных системах хорошо представлен высокогорный пояс. В настоящее время основные площади высокогорных экосистем России находятся как раз в пределах ее Азиатской части. Их положение в различных природных зонах и секторах обусловили высокое фитоценотическое разнообразие высокогорной растительности. Этому способствовали и экологические факторы прежних геологических эпох. В историческом плане формирование современной высокогорной растительности связано в большей степени с двумя глобальными процессами — орогенезом и климатом. По В. М. Синицину (1965) уже в миоцене усилилась роль Сибирского антициклона. К плиоцену это крупнейший экологический фактор. Одновременно усилились процессы горообразования, намечается высотная поясность. В пределах Восточной Сибири, Верхоянско-Колымской горной страны формируется континентальный климат, все более усиливающийся к концу плиоцена. Это привело к разрыву некогда единой зоны хвойно-широколиственных лесов на две крупные фитосистемы: темнохвойно-еврозападносибирскую и светлохвойную восточносибирскую (Синицин, 1962, 1965). Очевидно, с этого времени высокогорные экосистемы Азиатской России наряду с орогенезом развиваются под влиянием 3 крупных климатических факторов — атлантического гумидного, пацифического гумидного и центральноазиатского аридного.

Под влиянием этих факторов сформировались 3 основных типа растительного покрова, которые являются интегральным показателем длительного исторического развития растительности в определенных экологических условиях — Атлантический орокриогумидный, Пацифический орокриогумидный и Нагорноазиатский орокрио(семи)аридный[1] (табл. 1).

Таблица 1

Типы растительного покрова высокогорий Азиатской России

Пояс	Атлантический орокриогумидный	Пацифический орокриогумидный	Нагорноазиатский орокрио(семи)аридный
Криофитная ступень	Горно-тундровый пояс (среднесибирско-западносибирский сектор)	Горно-тундровый пояс (Восточносибирский Дальневосточный сектор)	Кобрезиета
Гемикриофитная ступень	Субальпинотипно-луговой пояс	Подгольцовый, криволесно-стланцевый пояс	
Нижележащий пояс	Темнохвойно-горнотаежный пояс	1. Светлохвойно-горно-таежный (континентальный сектор) 2. Темнохвойно-таежный (гумидный сектор)	1. Фрагменты криофильной лесостепи 2. Горные степи
Вероятность обмена видами с нижележащими поясами и предгорной растительностью	Преграда для обмена	Преграда для обмена	Обмен существует

Как показал В. Б. Сочава (1980), с увеличением абсолютных высот признак континентальности теряет свое значение и в пределах высокогорного пояса практически отсутствуют, с этим связано широкое распространение высокогорных тундр, которые формируют горно-тундровый пояс в различных типах гумидных высокогорий. Основные различия наблюдаются в пределах гемикриофитной высотной ступени.

В таблицах 2 и 3 сделана попытка охарактеризовать в пределах высотных поясов фитоценотическое разнообразие высокогорной растительности Азиатской России без определения рангов синтаксонов.

Естественно, это не полная характеристика. Каждое обобщение, в некотором смысле условно, происходит абсолютизация одной информации, частично теряется другая. Но в целом подобные построения полезны для выявления наиболее значимых закономерностей.

[1] Нагорная Азия понимается мной согласно Р. В. Камелину (2010).

Таблица 2

Фитоценотические системы альпинотипно-подгольцового пояса

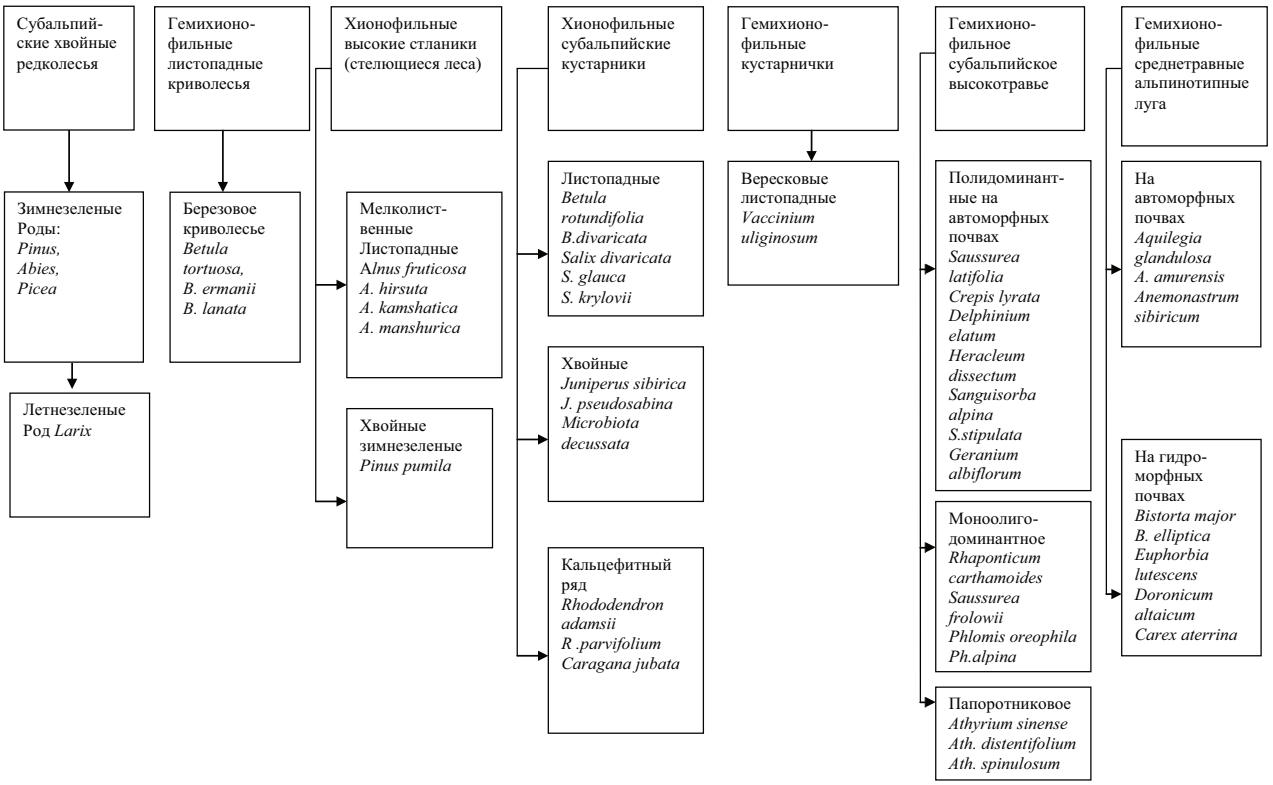
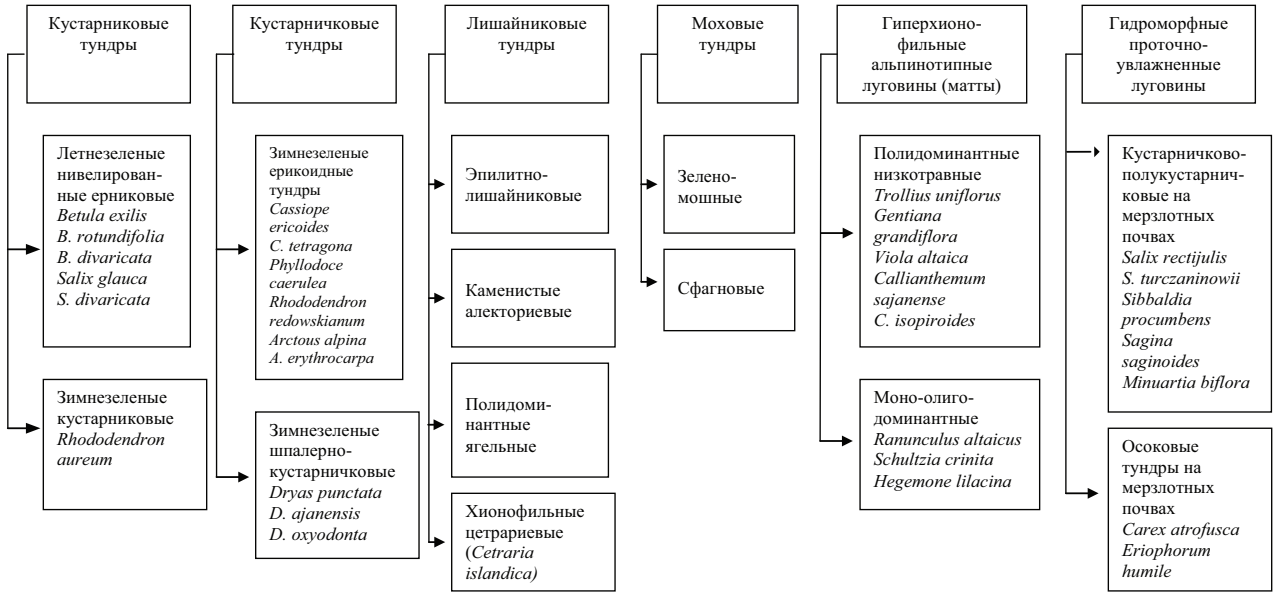


Таблица 3

Фитоценотические системы гольцово-тундрового пояса



Список литературы

Камелин Р. В. 2010. Орокриофитные элементы флоры горной Средней Азии // Бот. журн. Т. 95. № 6. С. 730–757. — *Равнины* и горы Сибири. 1975. М. 352 с. — *Сочава В. Б.* 1980. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск. 255 с. — *Синицин В. М.* 1962. Палеогеография Азии. М.; Л. 267 с. — *Синицин В. М.* 1965. Древние климаты Евразии. Ч. I. Палеоген и неоген. Л. 167 с.

ЭКОЛОГО-ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ ПРИМОРСКОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОБЕРЕЖИЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Л. А. Сергиенко

Кафедра ботаники и физиологии растений эколого-биологического факультета
Петрозаводского государственного университета
185910, Петрозаводск, пр. Ленина, 33. E-mail: saltmarsh@mail.ru

Ключевые слова: *береговая зона, приморские виды, экологические ряды.*

Береговая зона побережья — это зона современного активного взаимодействия суши и моря. Средняя часть этой зоны попеременно осушается и снова покрывается водой, представляя собой зону действия прибоя. Крупными аккумулятивными формами рельефа береговой линии — грядой, баром, косой — создается преграда, за которой осаждаются мелкие частицы грунта, формируя илистые отмели. Эти отмели превращаются в соленые марши, заселенные специфическими сообществами растений и расчлененные сложной сетью русел стока. Динамика формирования растительных сообществ маршей зависит от абиотических и биотических факторов: приливов, солености (воды и почвы), дренажа, аэрации, уровня грунтовых вод, количества осадков, механического состава приморских почв, испарения, температуры морской воды и от видового состава окружающей марши зональной растительности. Каждое сообщество занимает определенное положение в отношении к среднему уровню воды (Сергиенко, 2008).

Материалы для настоящей работы были собраны во время полевых исследований автора на Чукотке в составе II Полярной экспедиции Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) АН СССР/РАН в 1976–1991 гг. На побережье Белого и Баренцева морей работы проводились в 1971–1972, 2000–2010 гг. Кроме того, нами использовались флористические материалы БИН РАН и материалы, собранные сотрудниками лаборатории Крайнего Севера за период проведения ботанико-географических работ на Чукотке и на арктических побережьях России.

Совокупность видов растений, характеризующаяся приуроченностью мест обитания к прибрежной зоне морей с более или менее засоленными морской водой почвами, может быть объединена в литорально-галофитный флористический комплекс. Особенностью флористических комплексов приморских маршей российской Арктики является их азональность (Матвеева, 1998; Кравченко, 2007; Поспелова, Поспелов, 2007; Сергиенко, 2008). Развитие и формирование растительности приморской полосы обусловлено направленным действием одного или комплекса узко и четко отграниченных в пространстве факторов среды. Первичные сукцессии данных растительных сообществ возникают на лишенной растительности и не имеющей фитоценотической среды поверхности и являют собой основополагающую часть общего процесса динамики растительности приморской полосы.

Баренцево море. Основная особенность Баренцева моря — это развитие его побережья в условиях наличия многолетнемерзлых пород. Береговые системы в этой зоне обладают низкой устойчивостью, и это особенно заметно в условиях интенсивного ресурсного освоения, особенно на побережье Печорского моря. Длительно и часто заливаемые приморские марши низкого уровня встречаются обычно полосами по илистым берегам большинства морских заливов и соленых озер Баренцева моря. Их растительный покров исключительно однообразен и представляет собой ярко-зеленый, плотный, но низкий (от 2 до 4 см выс.) ковер из вегетативных и генеративных стелющихся и укореняющихся побегов *Puccinellia phryganodes* с единичной примесью *Carex subspathacea* и *Stellaria humifusa* (рис. 1). На более высоких уровнях к ней присоединяются злаки (*Festuca cryophyla, Poa arctica*), образуя овсяницево-осочковые маршевые луговины с проективным покрытием (ПП) 60–80 %, на более низких — осоки (*Carex subspathacea, C. glareosa, Carex mackenziei*) и злаки (*Calamagrostis deschampsioides*, *Dupontia psilosantha*) образуя вейниково-осочковые луга с травостоем 15–8 см выс. и 60–80 %. По краям сильно обводненных проток часто встречаются узкой полосой вдоль берега (до 50–60 %) сырые дюпонциевые луговины из *Dupontia psilosantha*. Самые высокие

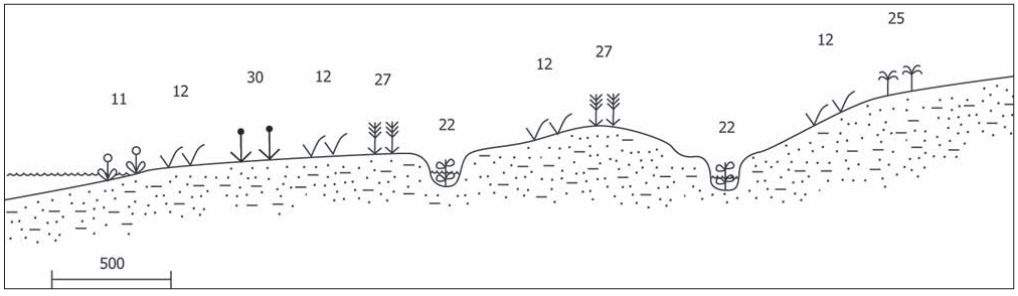


Рис. 1. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на илистых осушках на побережье Баренцева моря (окр. пос. Варандей).

Приморские сообщества с доминированием: 11 — *Puccinellia phryganodes*, 12 — *Carex subspathacea*, 22 — *Hippuris tetraphylla*, 25 — *Dupontia psilosantha*, 27 — *Calamagrostis deshampsioides*, 30 — *Plantago schrenkii*.

уровни на плоских поверхностях 1-й морской террасы, как правило, пологие, возвышенные (на 10–15 см) участки занимают ивово(*Salix reptans*)-травяные, ивово-травяно-моховые тундры с *Salix reptans* (ПП — 10–30 %), на фоне осочково-злакового яруса высотой до 10 см, образованного *Carex rariflora* (ПП — 30 %) и незначительным участием разнотравья.

Белое море. Береговая линия побережья интенсивно расчленена, для западного побережья характерно наличие «луд» — скалистых «карманчиков», сложенных камнями среднего и мелкого размера, примыкающими к основному берегу (Бреслина, 1987; Бабина, 2002; Сергиенко, 2008). Ширина глинистых или песчаных осушек на побережьях Белого моря местами достигает 2 км (устье р. Мезень, Несь, Чижа). Осушки в устьях рек почти лишены сомкнутой растительности и представляет собой открытые пространства с редким покрытием из водорослевых корочек и пионерного вида *Eleocharis uniglumis* с примесью *Salicornia europaea* (устья южных рек), *Bolbochoenus maritimus* в более северных точках. В чашеобразных водоемах, удаленных от приливно-отливной зоны, обилен литоральный вид *Hippuris tetraphylla*. Следующая зона встречается относительно узкой полосой шириной от 5 до 20 м. Растительный покров монодоминантен и представлен *Carex subspathacea,* на удалении от берега отмечается примесь *Stellaria humifusa, Potentilla egedei*, на западном побережье Белого моря — *Glaux maritima* (рис. 2). Зарастание бессточных площадей по всему маршу, где, скорее всего, раньше были протоки или бессточные засоленные озерки, но сейчас, из-за быстрого поднятия берега, их связь с основными водотоками (море или река) прекратилась, всегда начинается с *Salicornia europaea*, а конечные стадии завершаются внедрением эвгалофитов из злаков и осок: *Triglochin maritimum* (5 %) + *Salicornia europaea* (60 %) → *Triglochin maritimum* (5 %) + *Spergularia marina* (10 %) → *Potentilla egedei* (5 %) + *Salicornia europaea* (40 %) + *Carex subspathacea* (20 %), окаймляет сообщество *Salicornia europaea* как бы «фестончиками», указывая пути прохождения бывших временных водотоков, → *Salicornia europaea* (20 %) + *Puccinellia coarctata* (15 %) + *Carex subspathacea* (30 %). В зависимости от расположения бессточных площадей на территории марша, конечные стадии зарастания различны. Ближе к морю зарастание бессточных площадей заканчивается сообществом *Spergularia marina* (10 %) + *Salicornia europaea* (15 %) + *Triglochin maritimum* (20 %) + *Agrostis straminea* (40 %). Ближе к коренному берегу, где происходит подтопление пресными грунтовыми водами с окружающих маршевый участок болот, доминирует сообщество *Triglochin maritimum* (20 %) + *Phragmites australis* (40 %). Причем почвенные горизонты в этом сообществе не выражены, а сама почва напоминает плотную влажную губку из-за обилия корней, принизывающих всю почвенную структуру (рис. 3).

Восточно-Сибирское море. Западная часть побережья Восточно-Сибирского моря, где к морю на протяжении 1000 км подходит обширная Яно-Индигирская низменность, сложена аллювиально-озерными отложениями, и вся северная часть этой низменности, прилегающая к морю, представляет собой «едом-

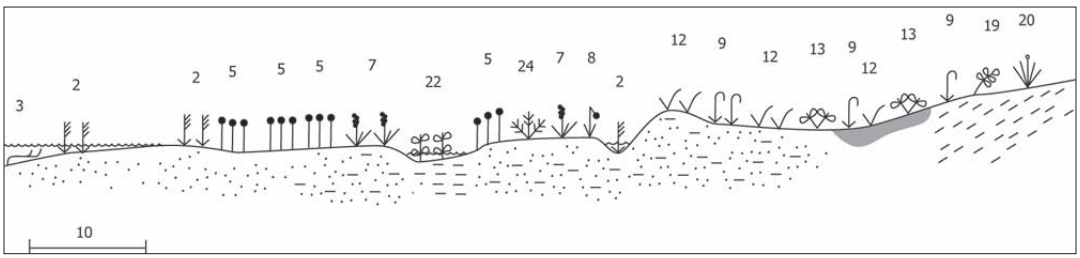


Рис. 2. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на Поморском и Карельском берегах Белого моря.

Приморские сообщества с доминированием: 2 — *Bolboshoenus maritimus*, 3 — *Zostera marina*, 5 — *Eleocharis uniglumis*, 7 — *Triglochin maritimum*, 8 — *Tripolium vulgare*, 9 — *Juncus gerardii*, 12 — *Carex subspathacea*, 13 — *Potentilla egedei* s. l., 19 — *Lathyrus japonicus* subsp. *pubescens*, 20 — *Phragmites australis*, 22 — *Hippuris tetraphylla*, 24 — *Stellaria humifusa.*

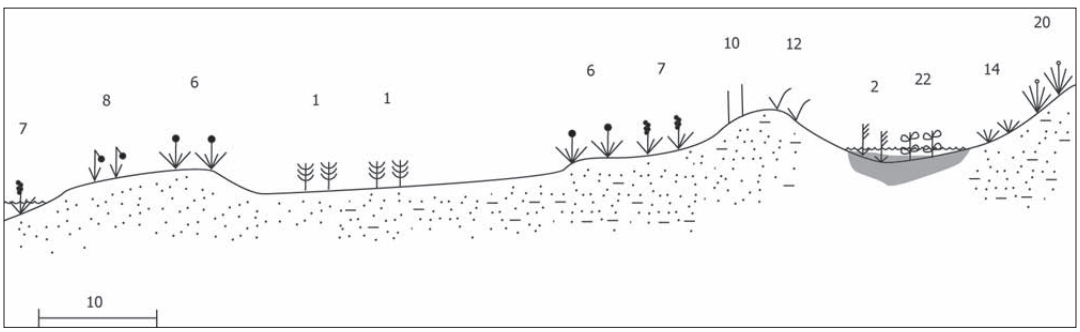


Рис. 3. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на осушках томболо (перемычка от коренного берега к острову) на побережье Белого моря.

Приморские сообщества с доминированием: 1 — *Salicornia europaea*, 2 — *Bolboshoenus maritimus*, 6 — *Plantago maritima* s. l., 7 — *Triglochin maritimum*, 8 — *Tripolium vulgare*, 10 — *Puccinellia coarctata*, 12 — *Carex subspathacea*, 14 — *Agrostis straminea,* 20 — *Phragmites australis*, 22 — *Hippuris tetraphylla.*

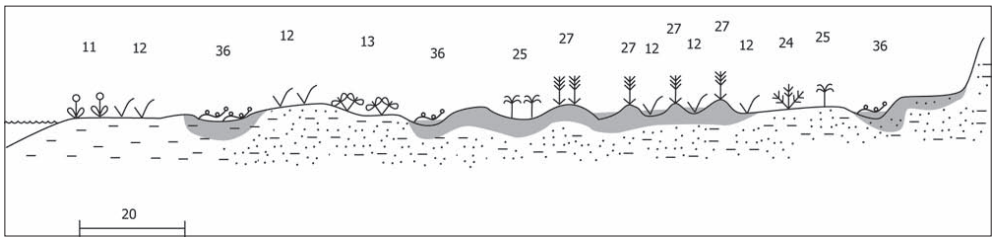


Рис. 4. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на илистых осушках в устье р. Чукочья (Восточно-Сибирское море).

Приморские сообщества с доминированием: 11 — *Puccinellia phryganodes*, 12 — *Carex subspathacea*, 13 — *Potentilla egedei* s. l., 24 — *Stellaria humifusa,* 25 — *Dupontia psilosantha*, 27 — *Calamagrostis deschampsioides,* 36 –*Ranunculus tricrenatus.*

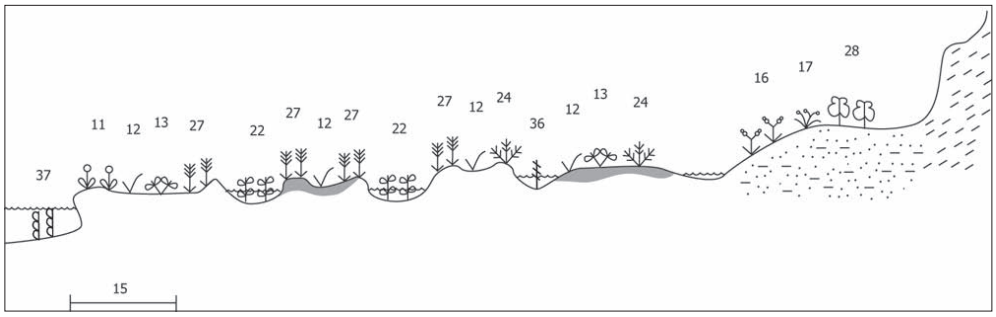


Рис. 5. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на илистых осушках п-ова Аачим (Восточно-Сибирское море).

Приморские сообщества с доминированием: 11 — *Puccinellia phryganodes*, 12 — *Carex subspathacea*, 13 — *Potentilla egedei* s. l., 16 — *Leymus villosissimus,* 17 — *Honckenya oblongifolia*, 22 — *Hippuris tetraphylla,* 24 — *Stellaria humifusa,* 27 — *Calamagrostis deschampsioides*, 28 — *Salix ovalifolia*, 36 — *Arctophyla fulva*, 37 — *Puccinellia tenella* s. l.

ную» поверхность тундры. Восточная часть побережья имеет возвышенный рельеф, здесь близко к морю подступают горы Колымского и Чукотского нагорий. Крупные реки, впадающие в Восточно-Сибирское море — Индигирка, Колыма, Алазея, Большая Куропаточья, Чукочья (протока Колымы) — выносят в море в совокупности около 26 млн т взвеси в год, что обуславливает слабое развитие приморской маршевой растительности непосредственно в устьях и достаточное развитие маршевых зон на защищенных от действия волновой эрозии территориях (рис. 4). Приморская растительность представлена сообществами арктических циркумполярных видов: *Puccinellia phryganodes*, *Carex subspathacea*, *Potentilla egedei*, *Ranunculus tricrenatus*, *Dupontia psilosantha*, *Arctophila fulva*.

Устье реки Б. Куропаточья — низменная отмелая плоская равнина, сложенная легко перемещаемыми илистыми наносами. Отступание берега происходит со скоростью 1.4 м/год (Павлидис и др., 1998). Быстро освобождающие наносы занимает *Puccinellia phryganodes,* на чуть возвышенных местах к ней присоединяются *Carex subspathacea* и *Stellaria humifusa*. Вне зоны максимального засоления отмечаются большие по площади сообщества с *Dupontia psilosantha*, *Arctophila fulva*, *Carex glareosa*. Маршевых зон высокого уровня, с уже сформированным почвенным горизонтом в дельте реки Б. Куропаточья не наблюдается. К востоку от дельты Колымы располагается сложный выровненный берег, состоящий из чередующихся отрезков термоабразионно-солифлюкционных и коренных абразионных клифов и низких аккумулятивных участков с пляжами и ветровыми осушками. Перед абразионным берегом растительности нет, ввиду того, что грязевые потоки с берега полностью занимают обнажающийся пляж. В тех местах, где имеется низкая осушка, она незначительно зарастает *Puccinellia phryganodes*, опять же с примесью *Carex subspathacea* и *Stellaria humifusa*, но очень часто эти группировки «стираются» или морским льдами, наползающим на берег, или смываются солифлюкционными грязевыми потоками с крутых берегов. На мысе Аачим отмечен участок термоабразионно-солифлюкционного берега, а между мысом Биллингса и мысом Аачим в море впадает река Пегтымель, ее дельта относится к дельтам выдвижения, освобождающиеся песчаные наносы зарастают *Dupontia psilosantha*, засоление почвы незначительное (рис. 5).

Мыс Биллингса представляет собой сложную аккумулятивную форму (пересыпь) или песчаный бар, характерный для берегов, испытывающих современное погружение. Здесь обычны маршевые зоны низкого и среднего уровня, которые формируются в «тени» косы, в ее лагунной стороне, только на незначительных илистых отложениях, поступающих с берега. Комбинации на приморских задернованных береговых валах (*Leymus villosissimus, Mertensia maritima, Senecio congestus, Lathyrus aleuticus* subsp. *pubescens*) и на маршах (*Calamagrostis deschampsioides, Dupontia psilosantha, Carex glareosa, C. ursina, Puccinellia phryganodes, P. hauptiana, Arctanthemum hultenii, Poa colpodea, Stellaria humifusa, Eriophorum scheuchzeri, Deschampsia borealis, Salix ovalifolia, Saussurea nuda, Artemisia borealis*) представлены по всему северному побережью Восточно-Сибирского моря.

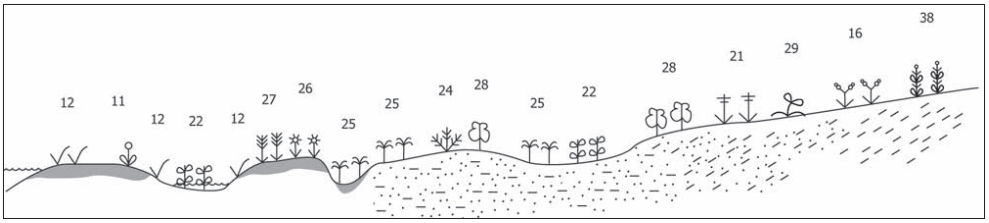


Рис. 6. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на илистых осушках северного побережья Чукотского п-ова (Чукотское море).

Приморские сообщества с доминированием: 11 — *Puccinellia phryganodes*, 12 — *Carex subspathacea*, 16 — *Leymus villosissimus,* 21 — *Festuca rubra*, 22 — *Hippuris tetraphylla,* 24 — *Stellaria humifusa,* 25 — *Dupontia psilosantha*, 26 — *Arctanthemum hultenii*, 27 — *Calamagrostis deshampsioides*, 28 — *Salix ovalifolia*, 29 — *Carex glareosa,* 38 — *Rhodiola integrifolia.*

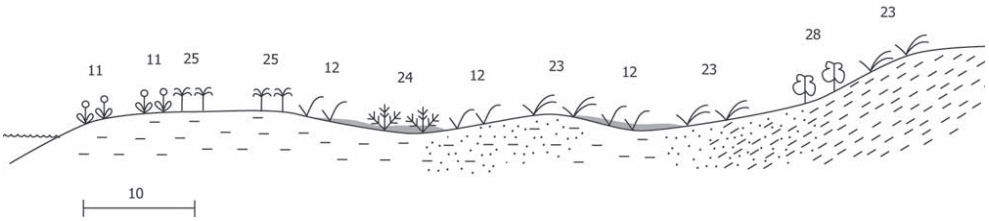


Рис. 7. Эколого-динамический ряд приморской маршевой растительности на илистых осушках южного побережья Чукотского п-ова (Чукотское море).

Приморские сообщества с доминированием: 11 — P*uccinellia phryganodes*, 12 — *Carex subspathacea,* 23 — *Carex gmelinii*, 24 — *Stellaria humifusa,* 25 — *Dupontia psilosantha,* 28 — *Salix ovalifolia.*

Чукотское море. Береговая линия Чукотского моря выровнено-абразионная, реже аккумулятивная и характеризуется отсутствием крупных мысов и глубоко врезанных в сушу заливов, за исключением Колючинской губы. Процессы, развивающиеся в результате оттаивания слоя «вечной» мерзлоты, сильно проявляются на берегах, образуя различные типы абразионно-солифлюкционного рельефа (Юрцев и др., 2010). На севере на начальных стадиях развития растительных сообществ (рис. 6) на илистых берегах проток преобладают виды плотнодерновинных растений полуострова *Puccinellia phryganodes, P. tenella, P. angustata),* а юге и юго-востоке (рис. 7) — виды рыхлодерновинных розеточных и полурозеточных растений: *Hippuris tetraphylla, Carex lyngbyei, C. gmelinii.* Заключительной стадией зарастания берегов проток является образование ивково-волоснецового сообщества (*Salix ovalifolia* + *Leymus villosissimus*), одинаково характерного для всех районов Чукотского п-ова. На первичных маршах имеется много озер, происхождение которых двоякое: большие озера, имеющие связь с акваторией лагуны, в недавнем прошлом были морскими заливами, а мелкие, неглубокие озерки — «соленые лужи» — произошли в результате размывания маршевых отложений. Почвы на берегах озер — приморские, маршевые солончаковатые, реже солончаковые, морскими водами не заливаются, только подтапливаются.

Зарастание берегов небольших бессточных озер и «соленых луж» по всему побережью Чукотского п-ова начинается с поселения на них *Hippuris tetraphylla*, затем формируется хвостниково-осоковое сообщество (*Hippuris tetraphylla* + *Carex subspathacea)*, заключительной стадией экологического ряда является образование ивково-осокового сообщества (*Salix ovalifolia* + *Carex subspathacea).* Флористический состав псаммофитона и динамика смены растительных сообществ песчано-галечных пляжей, кос и баров одинаковы по всему побережью Чукотского п-ова. Песчаный и песчано-галечный субстрат имеет нейтральную или щелочную реакцию почвы. Зарастание пляжей начинается с поселения длиннокорневищных растений со стелющимися побегами — *Mertensia maritima, Honckenya ovalifolia, Senecio pseudoarnica*, *Lathyrus japonicus* subsp. *pubescens* и корневищных видов злаков — *Leymus villosissimus, Arctopoa eminens* (юг полуострова и Берингов пролив), *Poa alpina*, *Festuca rubra*. На севере Чукотского п-ова первичные группировки на пляжах имеют очень малое проективное покрытие (5–15 %), на юго-востоке достигают 30–40 %, за счет внедрения негалофитных видов в растительные группировки. Редкотравные псаммо-галофитные марши отмечены на песчано-галечных пляжах (*Mertensia maritima, Honckenya oblongifolia, Lathyrus japonicus* ssp. *pubescens, Angelica gmelinii, Leymus villosissimus, Carex gmelinii*).

Берингово море. В процессе эволюции берегов Берингова моря абразионно-аккумулятивная деятельность волн привела к выравниванию береговой линии при почти повсеместном сохранении ингрессионного обмена побережий в целом (Павлидис и др., 1998). Анадырский залив Берингова моря характеризуется изрезанностью береговой линии, и в нем преобладают выровненные сложные берега с отчлененными фиордами (юго-восточное побережье Чукотского п-ова, северо-восточная оконечность Корякского нагорья) и абразионно-лагунные берега (юго-западное побережье Анадырского залива). Повсеместно на развитых аккумулятивных формах рельефа побережья Чукотского п-ова динамика процесса зарастания начальной зоны роста песчано-галечных кос резко отлична от таковой в основании косы, в основном за счет выпаде-

ния стадий, связанных с илистым субстратом. Соответственно, на окончаниях молодых аккумулятивных кос побережья южной Чукотки (земля Гека) отмечается усиленная ветровая и волновая эрозии, слабовыраженный дерновый горизонт, постоянное циклическое затопление морскими приливами. Приморская растительность образует следующий эколого-динамический ряд: *Lathyrus japonicus* subsp. *pubescens* + *Mertensia maritima* + *Honckenya oblongifolia* → *Senecio pseudoarnica* → *Salix ovalifolia* + *Leymus villosissimus.* На более старых, сложившихся экотопах, характеризующихся увеличением мощности дернового горизонта, удалением местообитаний от линии уреза воды, уменьшением частоты и степени заливания морскими водами, — южная Чукотка (окр. пос. Беринговский), наряду с доминированием видов псаммофитона, встречаются и представители негалофитных видов злаковых и разнотравных сообществ: *Astragalus umbellatus, Aster sibiricus, Allium schoenoprasum.*

Автор выражает признательность сотрудникам отдела ГИС-технологий ПетрГУ за помощь при подготовке рисунков.

Исследования выполнены при поддержке АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 3832) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК 14.740.11.0300).

Список литературы

Бреслина И.П. 1987. Растения и водоплавающие птицы островов Кольской Субарктики // Отв. ред. М. Л. Раменская. Л. 200 с. — *Бабина (Заславская) Н.В.* 2002. Галофитная растительность западного побережья Белого моря // Растительность России. № 3. С. 3–21. — *Кравченко А.В.* 2007. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск. 403 с. — *Матвеева Н.В.* 1998. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. 220 с. — *Юрцев Б.А., Королева Т.М., Петровский В.В. и др*. 2010. Конспект флоры Чукотской тундры. СПб.: ВВМ. 628 с. — *Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н.* 2007. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Часть 1. М. 457 с. — *Павлидис Ю.А., Ионин А.С., Щербаков Ф.А. и др.* 1998. Арктический шельф. Позднечетвертичная история как основа прогноза развития. М. 187 с. — *Сергиенко Л.А.* 2008. Флора и растительность побережий российской Арктики и сопредельных территорий. Петрозаводск. 225 с.

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КОТЛОВИН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

А. П. Софронов, А. В. Белов

Институт географии им В. Б. Сочавы СО РАН
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1. E-mail: alesofronov@yandex.ru

Ключевые слова: *растительный покров Прибайкалья, структура фитоценозов.*

Изучение структуры и динамики растительного покрова северного Прибайкалья представляет значительный научный интерес. Несмотря на множество работ, посвященных растительности Прибайкалья, северные территории остаются относительно мало изученными в сравнении с другими районами региона. Первые исследования растительности относятся к началу XX в., когда в долине р. Верхней Ангары работала почвенная экспедиция под руководством В. Н. Сукачева (Поплавская, 1913; Сукачев, 1913). В 1930-е гг. исследования были продолжены В. А. Поварницыным (Поварницын, 1937). Позднее изучением флоры региона в разные годы занимались другие исследователи, результаты были изложены в работах «Высокогорная флора Станового нагорья» (1972) и «Флора Верхнеангарской долины» (Иванова, 1978). Институтом географии Сибири и Дальнего Востока АН СССР была подготовлена мелкомасштабная карта растительности зоны БАМ (1983). Однако детального исследования структуры растительного покрова данного региона проведено не было.

Наши исследования направлены на выявление закономерностей развития и функционирования растительного покрова Северного Прибайкалья для долгосрочного геоботанического прогнозирования, а также для выработки рекомендаций по оптимизации природопользования в регионе в связи с функционированием трассы БАМ.

Из обширной области северного Прибайкалья в качестве модельной территории исследования нами были выбраны Северобайкальская и Верхнеангарская котловины. Значительный интерес котловины представляют в силу особых природных режимов, под влиянием которых происходит развитие и функционирование растительного покрова геосистем. Природные условия имеют ряд особенностей, проявляющихся в облике растительного покрова. Помимо этого котловины играют значительную роль в экосистеме оз. Байкал, образуя основную часть бассейна р. Верхняя Ангары, второго по величине притока Байкала после Селенги.

Северный борт котловин образован хребтами Ундгар, Верхнеангарский, Делюн-Уранским, южный борт — Баргузинским и Северо-Муйским хребтами. Рельеф хребтов резко расчлененный, преобладают высоты 1500–2000 м над ур. м. Днище котловины представляет собой выположенную поверхность, с не-

значительным перепадом высот. Климат района резко континентальный. Лето короткое, умеренно теплое; зима продолжительная, морозная. Количество осадков в год составляет от 600 мм в предгорьях до 1000 мм в горах. Мощность снежного покрова в предгорьях достигает 40 см. Вся территория расположена в зоне распространения вечной мерзлоты (Замана, 1980).

В настоящей работе представлены результаты нашего исследования растительности региона. Исследования растительного покрова велись с привлечением высокоразрешающих космоснимков, планов лесоустроительных экспедиций, картографического материала. В 2004, 2008–2010 гг. нами были проведены полевые исследования в центральной и западной части Северо-Муйского хребта, восточной части Верхнеангарского хребта, на северном макросклоне Баргузинского хребтов, в центральной части Верхнеангарской и в западной части Северобайкальской котловин. Исследования вскрыли общие закономерности распространения растительных сообществ, их структуру, а также выявили некоторые динамические аспекты функционирования растительности после строительства в регионе трассы БАМ.

В результате взаимодействия природных факторов растительный покров представляет собой пестрое сочетание разнообразных растительных сообществ. Преобладают сообщества Байкало-Джугджурских формаций. Общее распространение растительности подчиняется закономерностям вертикальной поясности. Хорошо различимы гольцовый, подгольцовый, горно-таежный пояса. Во всех поясах имеются луга и болота.

Анализ структуры типов растительных сообществ выявил, что в целом на территории преобладают лиственничные леса — на их долю приходится порядка 25 % площади, за ними следуют заросли кедрового стланика — 17 %, кедрово-лиственничные с сосной, березой, осиной леса занимают около 10 %, осиново-березово-лиственничные леса — 10 %.

Высокогорная растительность развивается на хребтах, от 1300–1500 м. над ур. м. и более. Рельеф высокогорных местообитаний представлен скалистыми гребнями и каменистыми россыпями. Несмотря на некоторое физиономическое однообразие, растительный покров высокогорий имеет достаточно сложную структуру. Крутые скалистые склоны и крупноглыбовые россыпи занимают лишайниковые сообщества (*Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal, *Cetraria islandica* (L.) Ach. и др.). На выположенных участках высокогорий, на вершинах с плавными и округлыми формами и на щебнистых субстратах располагаются вересково (*Cassiopee ericoides* (Pallas) D. Don)-лишайниковые (*Cladonia alpestris* (L.) Rabenh., *C. sylvatica* (L.) Hoffm.) тундры с единичными экземплярами угнетенного кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) Regel). Микропонижения заняты кустарничково (*Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L, *V. vitis- idaea* L., *Ledum palustre* L.)- лишайниковыми сообществами. В избыточно увлажненных понижениях развиваются осоково (*Carex* sp.)-сфагново (*Sphagnum* sp.)-лишайниковые сообщества. Задернованные берега высокогорных озер и альпинотипные луга покрыты осоково-разнотравными (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Trollius kytmanovii* Reverd., *Aquilegia glandulosa* Fischer ex Link, *Dasystephana algida* (Pallas) Borkh. и др.) ассоциациями. В местах выхода карбонатных пород развиваются куртины дриады (*Dryas punctata* Juz.).

В нижней части высокогорного пояса широко развитые кустарничково-лишайниковые тундры перемежаются с разреженными кедровостланиковыми кустарничково (*Rhododendron aureum* Georgi, *Empetrum nigrum* L., *Ledum palustre* L., *Cassiopee ericoides* (Pallas) D. Don, *Vaccinium vitis- idaea* L.)-лишайниковыми с примесью березки тощей (*Betula exilis* Sukaczev) куртинами. На курумах отдельными экзеплярами присутствует *Sorbaria pallasii* (G. Don fil.) Pojark.

Берега ручьев в нижней части высокогорного пояса заняты кустарниково (*Betula divaricata* Ledeb., виды рода *Salix*, *Vaccinium uliginosum* L.)-осоково-разнотравными (*Rheum compactum* L., *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Rodiola rosea* L., *Caltha palustris* L., *Equisetum arvense* Ehrh., *Dasystephana algida* (Pallas) Borkh. и др.) ассоциациями.

Пояс подгольцовый растительности представлен зарослями кедрового стланика с вкраплениями лиственничных редколесий. В составе кедровостланиковых ассоциаций наиболее широко распространены стланиково-березово (*Betula ermanii* Cham., *Betula exilis* Sukaczev)-кустарниково (*Rhododendron aureum* Georgi)-кустарничково (*Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L., *V. vitis- idaea* L., *Ledum palustre* L., *Empetrum nigrum* L.)-лишайниковые (*Cladonia rangeferina* (L.) Wigg.) сообщества с редкими лиственницами, в качестве примеси отмечены экземпляры сосны и кедра.

Лиственничные леса (*Larix dahurica* Law.) образуют основную часть таежного пояса на высотах 500–1100 м над ур. м.

Верхняя часть лесного пояса образована лиственничными лесами с сосной (*Pinus sylvestris* L.) и кедром (*Pinus sibirica* Du Tour) душекиево (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar)-рододендрово (*Rhododendron dahuricum* L.)-кустарничково (*Vaccinium vitis-idaea* L. s. str.)-мелкотравно (*Linnea borealis* L., *Trientalis europeae* L., *Pyrola asarifolia* Michaux, *Pyrola* sp., *Goodyera repens* (L.) R. Br. и др.)-зеленомошными (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt и др.) с редкой елью (*Picea obovata* Ledeb.) и пихтой (*Abies sibirica* Ledeb.).

В средней и нижней частях лесного пояса на склонах южной экспозиции широко распространены лиственничные и сосново-лиственничные душекиево-рододендрово-бруснично-зеленомошные (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt и др.) леса с участием кедрового стланика.

В нижней части лесного пояса на теневых склонах развиваются лиственничники багульниково (*Ledum palustre* L. s. str)-зеленомошные, кедрово-лиственничные багульниково-мелкотравно-зеленомошные и ли-

ственично-кедровые кустарничково-зеленомошные леса. Темнохвойные сообщества из кедра ели и с единичными экземплярами пихты бруснично-мелкотравно-зеленомошные присутствуют в средней части горно-таежного пояса, в долиных лесах и в затененных подгорных местообитаниях.

На крутых сухих склонах преобладают сосняки и лиственнично-сосновые с ольховником редкотравные (*Artemisia tanacetifolia* L., *Galium boreale* L., *Lathyrus humilis* (Ser.) Sprengel, *Lathyrus humilis* (Ser.) Sprengel и др.) леса с рододендроном даурским в подлеске.

Растительность пойменных и прибрежных местообитаний долин горных рек представлена большей частью чозениево (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts.)-тополево(*Popolus suaveolens* Fischer)-кедрово-еловыми высокотравными сообществами.

Значительные площади на территории занимают вторичные осиново-березовые и березово-осиновые кустарниково (*Rosa acicularis* Lindl.)-травяные леса на местах гарей. Широкое распространение вторичных лесов отмечали еще первые исследователи растительности котловин В. Н. Сукачев и Г. И. Поплавская в 1913 г. В. А. Поварницин (1937) связывал данный факт с образом жизни местного населения. Со строительством трассы БАМ антропогенный прессинг на природные экосистемы только возрос и на данный момент во многих случаях достаточно затруднительно установить коренную растительность в нарушенных сообществах.

Особое внимание привлекает факт активного возобновления кедра практически во всех лесных формациях. Причины данного процесса требуют дальнейшего изучения.

Вдоль русел и проток в средней части р. Верхней Ангары на почвах с хорошим дренажем узкими полосами тянутся еловые леса с незначительной примесью пихты.

Приречные сообщества образуют комплексы ельников (*Picaea obovata* Ledeb.) перемежающихся с кустарниково-осоковыми (*Carex* sp.) зарослями.

Широкая первая терраса возвышается над уровнем реки на 1.5–2.5 м и в паводковый период, либо в дождливые года летом и осенью заливаемая водой, что приводит к обширному переувлажнению территории, особенно в междуречьях рр. Котера–Верхняя Ангара и Верхняя Ангара–Кичера. Здесь развиваются комплексы лугов, лугово-болотных сообществ, болот и заболоченных лесов. Берега озер и стариц часто покрыты зарослями с доминированием тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). В луговой растительности доминирует *Calamagrostis langsdorfii* (Link) Trin., осоки (*Carex stenophylla* Wahlenb. и др.), луговое разнотравье (*Equsetum pratense* Ehrh, *E. palustre* L., *Ranunculus* sp.). Леса образованы сосной и березой с участием ив, ольхи (*Alnus hirsuta* (Spach) Turcz. ex Rupr.), свиды белой (*Swida alba* (L.) Opiz) в кустарниковом ярусе и доминированием в травяном покрове хвощей, осок, злаков и разнотравья.

На второй и третьей террасах, которые возвышаются над руслом реки на 4–6 и 9–12 м соответственно, на хорошо дренированных супесчаных и песчаных отложениях широко распространены сосняки и лиственнично-сосновые бруснично (*Vaccinium vitis-idaea* L.)-толокнянково (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel)-лишайниковые леса с рододендроном даурским и душекией в подлеске.

Участки степей в исследуемом районе занимают незначительные площади и распространены на крутых склонах южных экспозиции и в большинстве случаев приурочены к местам выходов карбонатных пород. В состав травостоя входят *Pulsatilla turczaninovii* Krylov et Serg., *Alyssum lenense* Adams., *Youngia tenuifolia* s.l. (Willd.) Babc.et Stebb., *Thymus pavlovii* Serg. и др.

Особое внимание привлекают реликтовые сообщества в местах выхода термических вод (окрестности источника Дзелинда (Зарубин, Ляхова, 2000)). Всего в районе отмечено 12 термальных источников. Представляет значительный интерес изучение прилегающих к ним растительных сообществ. Данные по реликтовым сообществам должны помочь проследить характер эволюции растительности в регионе и выявить факторы устойчивости растительных сообществ.

Насыпь железнодорожной трассы БАМ и участки территории, подвергающиеся активной хозяйственной деятельности, заняты сообществами рудеральной растительности. Представлены они сходными сообществами с доминированием злаков (*Elytrigia repens* (L.) Nevski и др.) и разнотравья (*Tanacetum vulgare* L., *Chelidonium majus* L., *Carum carvi* L., и др.). Несколько лет назад было отмечено проникновение в регион ячменя гривастого *Hordeum jubatum* L., который до сих пор исследователями не отмечался.

Хозяйственная деятельность на территории исследования в настоящее время представлена слабо, преобладает заготовка древесных ресурсов. Производство сельхозпродукции происходит в основном только на частных подворьях.

Необходимо отметить, что Верхнеангарская и Северобайкальская котловины играют важную роль в экосистеме оз. Байкал. В связи с этим здесь необходимо проведение комплексной оценки природных факторов для оптимизации использования естественных ресурсов. Слабо изученными остаются растительные комплексы поймы р. Верхней Ангары.

В настоящее время нами ведется работа по созданию баз данных современного флористического и фитоценотического разнообразия растительности региона. Выявляются динамические процессы и эволюционные пути развития растительного покрова. В дальнейшем нами планируется проведение углубленных исследований растительного покрова региона с целью выявления всего комплекса факторов влияющих на структуру растительности региона, выделение полного фитоценотического разнообразия и установление

структурно-динамических связей между различными растительными сообществами территории. Также планируется выход на выявление фундаментальных закономерностей функционирования растительного покрова Байкальской природной территории, разработку различных неогеографических методов оценки роли и функций биоты в геосистемах с целью прогноза развития растительности региона, решения и оптимизации задач природопользования, с учетом необходимости охраны редких и реликтовых фитоценозов.

Список литературы

БАМ. Растительность, главные функции растительности. 1983. М. 1:2 500 000. М. — *Высокогорная* флора Станового нагорья / Под ред. Л. И. Малышева. 1972. Новосибирск. 272 с. — *Замана Л. В.* 1980. Глубокозалегающие многолетнемерзлые породы во впадинах Северного Прибайкалья // Геогриологические условия зоны Байкало-Амурской магистрали. Якутск. С. 31–38. — *Зарубин А. М., Ляхова И. Г.* 2000. Ботанические рефугиумы Байкальской Сибири и необходимость их охраны // Экология Байкала и Прибайкалья: Тез. докл. Всерос. науч.-практ. молодеж. симп. (24–27 октября 2000 г., Иркутск). Иркутск. С. 8–9. — *Иванова М. М.* 1978. Флора Верхнеангарской долины // Флора Прибайкалья. Новосибирск. С. 174–242. — *Поварницын В. А.* 1937. Почвы и растительность бассейна Верхней Ангары // Бурят-Монголия. Почвенно-ботанический и охотоведческий очерк Северо-Байкальского района. М. С. 7–132. (Тр. Бурят-Монгольской комплексной экспедиции. Вып. 4.) — *Поплавская Г. И.* 1913. Бассейн реки Верхней Ангары. Южные открытые склоны // Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1912 году. СПб. С. 180–193. — *Сукачев В. Н.* 1913. Бассейн реки Верхней Ангары // Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1912 г. СПб. С. 145–179.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В КОРРЕКТИРОВКЕ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЯКУТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. И. Троева, М. М. Черосов

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
677980, Якутск, пр. Ленина, 41. E-mail: etroeva@mail.ru

Ключевые слова: *геоботаническая карта, экологические факторы, ГИС-анализ.*

История исследования флоры и растительности Якутии насчитывает более 270 лет, с начала Великой Северной экспедиции В. Беринга, когда Г. И. Гмелин впервые собрал и обработал коллекции растений из Центральной Якутии. Наибольшее развитие ботаническая наука в Якутии получила в первой половине и в середине XX в. (Андреев и др., 1987). Именно по результатам исследований тех лет была создана обзорная геоботаническая карта республики масштаба 1 : 5 000 000, опубликованная в «Атласе сельского хозяйства ЯАССР» (1989), где достаточно полновесно представлены основные типы растительности. Кроме многочисленных литературных данных, в основу ее создания легли материалы лесоустроительных карт, а также «Геоботаническая карта СССР» 1954 г. масштаба 1 : 4 000 000. И в настоящее время данная карта имеет огромную научную ценность и активно используется учеными-геоботаниками. Тем не менее, результаты исследований растительного покрова последних лет дают основания полагать, что некоторые контуры выделены с определенной погрешностью. Это объясняется тем, что границы некоторых типов растительности выделялись достаточно условно, поскольку обширная площадь республики, сложный рельеф, слабо развитая транспортная сеть не позволяют попасть во все уголки республики для ее полного охвата полевыми геоботаническими исследованиями. Современные компьютерные технологии, в первую очередь геоинформационные системы (ГИС), позволяют в определенной мере решить подобные проблемы.

Мы поставили перед собой задачу проанализировать точность выделенных контуров карты растительности Якутии с применением геоинформационных технологий, а также основываясь на общепринятом положении, что распределение растительного покрова находится в тесной связи с экологическими факторами.

Для ГИС-анализа использовался программный пакет Idrisi 32. Карты распределения экологических факторов взяты из электронного Агроэкологического атласа России и сопредельных государств (Афонин и др., 2008). Поскольку данные растровые карты мелкомасштабные (1 пиксель соответствует территории 10×10 км), они не позволяют проводить анализ мелких контуров. В связи с этим, исследование на данном этапе ограничилось уточнением контуров растительных зон: арктической и субарктической тундры, притундрового редколесья, северной и средней тайги на территориях с выровненным рельефом. Поскольку распределение экологических факторов, в частности температур, в горных системах — явление достаточно сложное (наличие котловинного эффекта, инверсий и т. д.), анализ может дать некорректный результат. В связи с этим горные леса и тундры в исследование не включены. Геоботаническая карта Якутии предварительно была оцифрована в shp-формат.

Известно, что особенности растительного покрова того или иного региона во многом определяются характерным для него комплексом экологических факторов, а для Якутии важное значение имеют положительные температуры, суммарные температуры выше 10 °С, аридность климата, распространение многолетнемерзлых пород и др. Эмпирический подбор карт факторов, представленных в Агроэкологическом

атласе, показал, что наиболее ярко отражают зональное распределение растительности среднемесячные температуры января и июля, а также суммарные температуры выше 10 °С. Растровые карты данных факторов были отобраны в качестве основы для анализа. Как вспомогательный материал использовалась также карта рельефа.

В задачу анализа входило соотнесение всех растровых слоев с предварительно переведенной в растровый формат картой растительности для определения диапазона всех температурных показателей для каждой растительной зоны. На основе каждого из полученных диапазонов создана статистически значимая выборка значений температур и рельефа, наиболее вероятных для той или иной зоны растительности (табл.).

Таблица

Статистически значимые диапазоны значений экологических факторов для каждой зоны

Растительная зона	Высота над ур. м., м	Средняя температура января, °С	Средняя температура июля, °С	Сумма температур >10 °С
Арктическая тундра	1–42	–34–30	2.8–7.8	0
Субарктическая тундра	8–93	–37–34	8.3–11.5	0–270.8
Притундровое редколесье	21–177	–39–36	11.2–12.6	243.6–488.0
Северная тайга	141–373	–40–38	12.6–15.3	476.0–942.7
Средняя тайга	133–440	–49–24	15.4–17.4	970.8–1271.9

На основе значений, перемноженных с использованием растровой алгебры, создана модель наиболее вероятного распределения растительности вышеуказанных зон (рис. 1).

Наложение карты растительности на созданную модель показало, что в целом границы растительных зон выделены очень корректно. Следовательно, статистические выборки температурных факторов могут использоваться для климатической характеристики растительных зон (см. табл.). Однако выявились районы, требующие отдельного внимания. На карте они представлены, прежде всего, белыми непрокрашенными участками. Анализ некоторых «белых пятен» говорит о том, что комплекс температурных факторов в данном месте не типичен для той или иной растительной зоны. К примеру, это район Лено-Амгинского междуречья, характеризующийся более высокими значениями положительных температур по сравнению с остальной областью распространения средней тайги. Такое «тепловое ядро» отчасти объясняет наличие здесь основного очага распространения степной растительности, активных криогенных процессов (формирование аласных ландшафтов) и расположения здесь зоны интенсивного земледелия. «Белые пятна» наблюдаются также и в предгорных областях в зонах средней и северной тайги на западе республики (район Вилюйского и Анабарского плато соответственно). Согласно геоботанической карты, в районе Вилюйского плато данный район соответствует области распространения сухих лиственничных лесов с сосной толокнянковых. В предгорьях Анабарского плато распространены предгорные лиственничные леса бруснично-багульниковые лишайниковые, лишайниково-зеленомошные, зеленомошно-лишайниковые. Учитывая, что, согласно карте, почти вся территория северной тайги к западу от р. Лены занята предгорными лесами, выделенный район требует пересмотра единиц растительности. Показатели высоты и пониженные положительные температуры позволяют предположить, что леса в данной области могут скорее нести характер горной растительности.

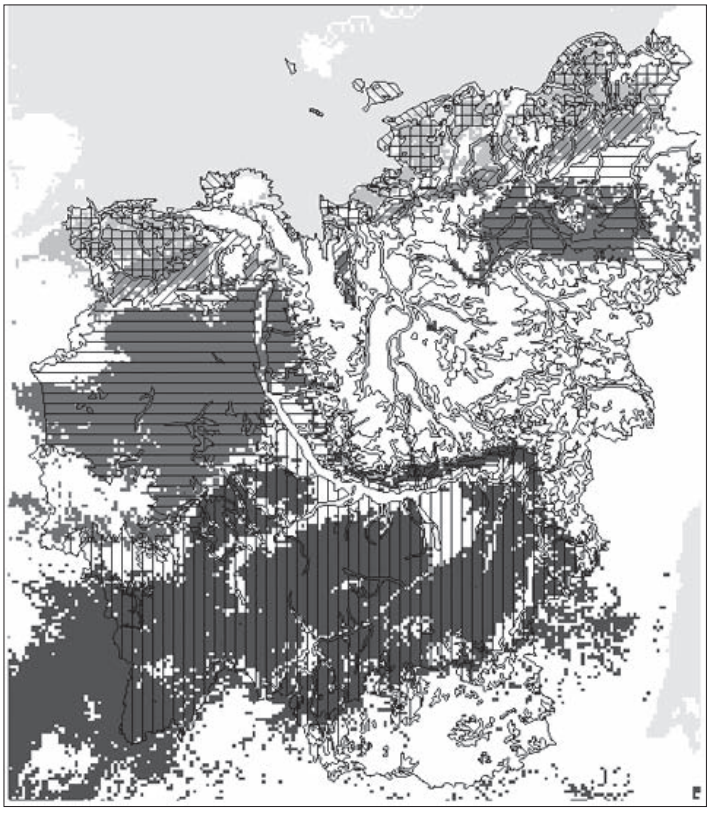


Рис. 1. Карта растительных зон Якутии, наложенная на растровую модель распределения растительности.

Оттенками серого обозначено смоделированное распределение растительных зон, штриховкой — распределение зон согласно геоботанической карте. От темно-серого к светло-серому: средняя тайга (вертикальная штриховка), северная тайга (горизонтальная штриховка), притундровое редколесье (диагональная штриховка), субарктическая тундра (клетка), арктическая тундра (диагональная штриховка).

Наибольший интерес вызывает район на северо-западе республики, где модель показала, что граница между тундрой и притундровыми редколесьями в том районе должна проходить намного севернее (рис. 2). Модель такого взаиморасределения двух зон отчасти подтверждается устными сообщениями кол-

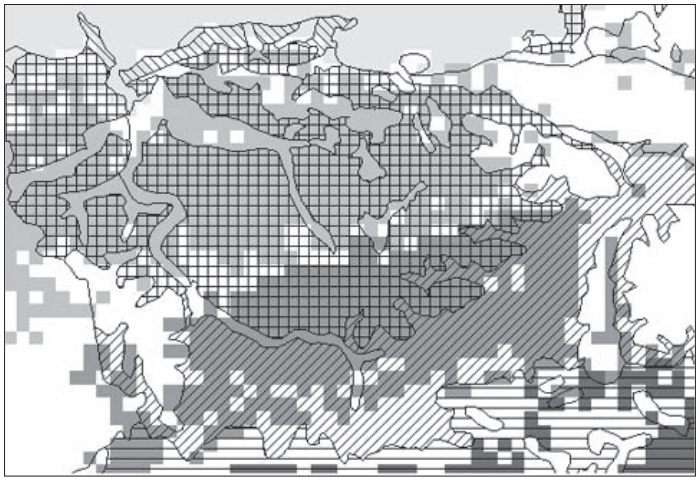


Рис. 2. Смещение границы «притундровое редколесье–тундра» к северу.
Обозначения те же, что и для рис. 1.

лег-геоботаников, показывающих, что на широте 72° древесная растительность достаточно репрезентативна и соответствует лесотундре.

Начатая работа по уточнению границ растительности Якутии будет продолжена по следующим направлениям.

1. Дальнейшее уточнение выборки значений экологических факторов даст возможность создать более реальную модель распределения растительности, уменьшив присутствие сомнительных «белых пятен».

2. Для подтверждения либо опровержения полученных результатов необходимы дополнительные исследования с применением данных дистанционного зондирования Земли, когда тот или иной тип растительности определяется на основе спектральных характеристик соответствующих участков на космических снимках.

3. Учет закономерностей распространения температур в горных областях поможет в уточнении границ высотного распределения растительности.

4. При наличии региональных крупномасштабных карт распространения значений экологических факторов появится возможность уточнения границ более мелких выделов, соответствующих отдельным типам растительности, а не только природных зон.

Список литературы

Атлас сельского хозяйства ЯАССР. 1989. Якутск. 116 с. — *Афонин А. Н., Грин С. Л., Дзюбенко Н. И., Фролов А. Н.* 2008. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Интернет-версия 2.0]. http://www.agroatlas.ru. — *Андреев В. Н., Галактионова Т. Ф., Перфильева В. И. и др.* 1987. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР. Якутск. 156 с.

ЗОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ АРКТИКЕ

О. В. Хитун[1], М. О. Лейбман[2], Н. Г. Москаленко[2], П. Т. Орехов[2], Д. А. Уолкер[3], Д. Д. Фрост[3], А. В. Хомутов[2], Х. Е. Эпштейн[4]

[1] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, khitun-olga@yandex.ru

[2] Институт криосферы земли СО РАН, Тюмень

[3] Institute of Arctic biology, University of Alaska, Fairbanks, Alaska, USA

[4] University of Virginia, Charlottsville, Virginia, USA

Ключевые слова: *Ямал, зональность, растительность, биомасса, нормализованный относительный индекс растительности, индекс листовой поверхности.*

В рамках обширной научной программы Международного Полярного Года был инициирован ряд проектов, ставящих целью исследование зональных изменений некоторых параметров растительного покрова, пригодных для дистанционного зондирования. В Западносибирской Арктике зональная дифференциация растительного покрова прослеживается очень четко. В ходе проекта “The greening of the Arctic” были проведены исследования на североамериканском арктическом трансекте в зональных сообществах на полигонах, выбранных в разных подзонах — от северной тайги до высокоарктических тундр (Walker et al., 2008). Аналогичные исследования проводятся в настоящее время на севере Западной Сибири в рамках финансируемого NASA и РАН международного проекта “Yamal Land-Cover Land-Use Change” (Изменения в растительном покрове и природопользовании на Ямале). Этот проект вносит вклад в систему наблюдений за глобальными изменениями, касающимися динамики сокращения поверхности морского льда в Арктике и «позеленения» наземного растительного покрова, хорошо заметного на космоснимках, обусловленного увеличением в нем роли растений с высоким содержанием хлорофилла (в первую очередь кустарников и злаков-осок). На трансекте 900 км в разных ботанико-географических (по: Yurtsev, 1994) или биоклиматических (по: CAVM team, 2003) подзонах заложены полигоны. В подзоне южных гипоарктических тундр, или подзоне E — полигон «Лаборовая» (юг Ямала, близ предгорий Полярного Урала, 67°41′ с.ш.), в северных гипоарктических тундрах (подзона D) — полигон «Васькины дачи» Института криосферы Земли СО

РАН (в центральной части Ямала, к юго-востоку от Бованенковского газоконденсатного месторождения, 70°17′ с.ш.), в южных арктических тундрах (подзона С) — «Харасавей» (на западном побережье Ямала, в пределах Харасавейского месторождения, 71°10′ с.ш.), в северных арктических тундрах (подзона В) — в северо-западной части о-ва Белый, у метеостанции, 73°22′ с.ш.. На площадках размером 50×50 м в однородных условиях в зональных или близких к ним местообитаниях, на суглинках и на песках, заложены профили на расстоянии 12.5 м друг от друга. На расстоянии 1–2 м друг от друга измерялись растительные индексы и глубина сезонно-талого слоя (СТС). Показатель количества фотосинтетически активной биомассы — нормализованный относительный индекс растительности (NDVI) измерялся с помощью портативного спектрорадиометра ASD PSI. Индекс листовой поверхности (LAI) был измерен с помощью анализатора растительного покрова LICOR LAI-2000. Глубина сезонного протаивания измерялась щупом на момент наблюдения и пересчитывалась на максимальную по формуле (ГОСТ…, 1984).

Растительные сообщества, заселяющие полигоны, закономерно меняются с юга на север: упрощается их вертикальная структура, понижается общее проективное покрытие, происходит смена доминантных видов сосудистых растений, постепенно выпадают бореальные и гипоарктические виды, в подзоне В (северный вариант арктических тундр) остаются только арктические и арктоальпийские (табл. 1). Зональные изменения в составе растений происходят как на суглинистых, так и на песчаных субстратах. Однако существенного снижения видовой насыщенности сообществ не происходит из-за перераспределения ландшафтных позиций видов. Закономерно уменьшается число видов сосудистых растений в тундровых сообществах, при сохранении и даже увеличении числа споровых. Доминировавшие на всех увалах в подзоне Е кустарники (ерник, ивы) при переходе в подзону D становятся более низкорослыми, ерник перемещается на наиболее низкие увалы, а в подзонах С и В ерник исчезает. Многочисленные и обильные в подзоне Е эрикоидные кустарнички в подзоне D принимают, как правило, простратную форму, в подзоне С на водоразделах из них остается только брусника, а на о-ве Белом она изредка попадается в трещинах полигональных тундр на песках. Роль осоки (*Carex arctisibirica*) остается стабильно высокой практически на всем градиенте, и ослабевает только в подзоне В.

Таблица 1

Растительность полигонов на зональном трансекте

Полигон	Характерная растительность
Лаборовая суглинок	Багульниково-ерниково-ивняковая (*Salix glauca, S. lanata, S. phylicifolia*, высотой 25–40 см)-осоково-лишайниково-моховая бугорковатая тундра. На бугорках — мхи (*Sphagnum girgensohnii, S. fuscum, Aulacomnium turgidum, Dicranum elongatum, Hylocomium splendens*).
Лаборовая песок	Редкокустарниковые кустарничково (*Empetrum subholarcticum, Arctous alpina, Vaccinium minus*)-зеленомошно-лишайниковые (*Cladonia arbuscula, Cetraria cucullata, C. islandica, Thamnolia vermicularis*) полигональные тундры. В трещинах доминируют мхи *(Hylocomium splendens, Aulacomnium turgidum*).
Васькины дачи суглинок	Кустарниковые (*Betula nana, Salix glauca, S. lanata,* высотой 10–20 см)-осоково(*Carex arctisibirica*)-моховые тундры. В моховом покрове обильны *Dicranum elongatum, Aulacomnium turgidum, Racomtrium lanuginosum, Sphagnum lenense*, из лишайников — *Cladina rangiferina, Cladonia gracilis, Cetraria cucullata, Alectoria ochroleuca, A. nigricans.*
Васькины дачи песок	Полигональные кустарничково (*Dryas punctata, Arctous alpine, Vaccinium minus*)-мохово-лишайниковые тундры. В трещинах — сплошной моховой покров (*Aulacomnium turgidum, Hylocomium splendens, Racomitrium lanuginosum*) и развит травяно-кустарничковый ярус (*Salix nummularia*, *Dryas punctata, Arctous alpina, Vaccinium minus, Carex arctisibirica, Luzula confusa*).
Харасавей суглинок	Осоково (*Carex arctisibirica*)-лишайниково (*Cetraria islandica, C. cucullata, Cladonia arbuscula, Sphaerophorus globosus, Thamnolia vermicularis*)-моховые (*Aulacomnium turgidum, Dicranum elongatum, Racomitrium lanuginosum*) тундры с небольшим участием кустарничков (*Salix nummularia, S. polaris*), пушицы (*Eriophorum polystachion*), некоторых злаков (*Arctagrostis latifolia, Calamagrostis holmii, Hierochloe alpina*).
Харасавей песок	Пятнисто-полигональные кустарничково (*Dryas punctata, Salix nummularia*)-мохово-лишайниковые (*Cladina rangiferina, Cladonia mitis, Cetraria islandica, Sphaerophorus globosus, Racomitrium lanuginosum*) тундры с небольшим участием граминоидов (*Arctagrostis latifolia, Carex arctisibirica*). К канавкам приурочены мхи (*Dicranum elongatum, Polytrichum juniperinum*) и травянистые растения (*Arctagrostis latifolia, Carex arctisibirica, Luzula confusa*).
О-в Белый суглинок	Злаково (*Arctagrostis latifolia, Poa arctica, Dupontia fisheri*)-ивково (*Salix polaris*)-пушицево (*Eriophorum polystachion, E. russeolum*)-моховая тундра. Моховый покров неоднородный и неравномерно развитый, сформирован *Straminergon stramineum, Calliergon sarmentosum, Warnstorfia exannulata, Sanionia uncinata, Aulacomnium palustre, Sphagnum squarrosum, S. fimbriatum* на сырых участках и *Hylocomium splendens, Aulacomnium turgidum*, *Dicranum* spp., *Sphenolobus minutus, Polytrichum strictum, Ptilidium ciliare,* на более дренированных.
О-в Белый песок	Разнотравно-ивково-ракомитриево-гимномитриевая тундра с четко выраженным нанорельефом. *Salix nummularia* (покрытие ок. 5 %) растет в основном по трещинам и краям бугорков, там же доминирует мох *Racomitrium lanuginosum* (90 %), обычны *Hylocomium splendens, Aulacomnium turgidum, Dicranum* sp., а также лишайники (*Cladina arbuscula, Cladonia uncialis, C. amaurocraea, C. coccifera, Dactylina arctica, Stereocaulon alpinum*). На бугорках доминирует *Gymnomitrium corallioides* (40 %), встречаются *Polytrichum strictum, P. alpinum, Dicranum* spp., обильны лишайники *Sphaerophorus globosus, Ochrolechia frigida, Bryocaulon divergens, Parmelia omphalodes*.

Особенностью центральной части Ямала, где расположены Бованенковское газоконденсатное месторождение и полигон Васькины Дачи, является широкое распространение необычно высоких (до 1.0–1.5 м) для данной широты и подзоны зарослей ив (*Salix lanata* L., *S. glauca* L.). Ивняки приурочены к древним оползневым циркам. По нашему мнению, обнажающиеся при оползании несколько засоленные отложения более богаты минеральными веществами, что и влияет на рост ив. Важной особенностью арктических тундр в целом является выход на плакоры полярной ивки, становящейся одним из наиболее активных видов. Тенденция к уменьшению сомкнутости растительного покрова при продвижении в арктические тундры показана на Таймыре (Матвеева, 1998), и некоторыми авторами (см. Магомедова и др., 2006) считается одним из важнейших признаков этой подзоны. Однако значение этого признака не стоит преувеличивать, он зависит от ландшафтных условий. Арктические тундры Западносибирской Арктики отличаются относительно высоким уровнем сомкнутости покрова, обусловленным низменным рельефом и плохой дренированностью обширных территорий, а также очень большим участием граминоидов (особенно пушицы многоколосковой) в растительном покрове. Данный проект показал наиболее значительные отличия в параметрах между Северо-Американским и Западносибирским трансектами именно в этой подзоне. Наблюдаемые нами на о-ве Белом сообщества скорее надо рассматривать как гидрофильный вариант, чем типичные для этой подзоны, причиной чего является и абсолютная молодость острова, и его низменность, и крайне слабая расчлененность рельефа.

Значения NDVI на песчаных и суглинистых площадках (табл. 2) снижается от Лаборовой к о-ву Белому. На полигоне «Харасавей» наблюдается отклонение от этой закономерности на песчаной площадке. Здесь NDVI выше предполагаемого зонального значения и приближается к значению на Лаборовой, что мы объясняем высокой задернованностью песчаных площадок Харасавея, обусловленной рельефными особенностями района (менее дренированные песчаные вершины). На суглинистых площадках значения NDVI выше, чем на песчаных, что связанно с увеличением трофности биотопов и, соответственно, увеличением биомассы растительности. Хотя значения NDVI зонально понижаются к северу, можно отметить отклонение на о-ве Белый, где NDVI суглинистых площадок немного выше предполагаемого зонального значения и обусловлено увеличением сомкнутости растительного покрова из-за повышенной обводненности. Значения LAI также снижаются от Лаборовой к о-ву Белому (табл. 2). Если для песчаных площадок эта закономерность выполняется полностью, то для суглинистых существенное отклонение наблюдается на о-ве Белый, где LAI приближается к значению для Лаборовой. Расчетная максимальная глубина протаивания (табл. 2) на глинистых площадках зонально снижается с юга на север от 84 до 64 см. На песчаных площадках эта закономерность нарушается и на Васькиных Дачах, и на о-ве Белый, где глубина протаивания в песке значительно выше предполагавшейся зональной. Раздельный анализ песчаных и суглинистых площадок показывает, что колебания вегетационных индексов не вполне синхронны отклонениям в глубине протаивания.

Таблица 2

Средние значения параметров (NDVI, LAI, глубины СТС — сезонно-талого слоя) на изученных полигонах вдоль Ямальского трансекта

Полигон	Суглинистые площадки			Песчаные площадки		
	NDVI	LAI	СТС, см	NDVI	LAI	СТС, см
Лаборовая	0.73	0.86	84	0.64	0.29	110
Васькины дачи	0.62	0.46	80	0.5	0.17	123
Харасавей	0.58	0.41	75	0.59	0.08	92
Белый	0.59	0.84	63	0.45	0	117

Низкая глубина протаивания на песчаной площадке Харасавея соответствует повышенному значению NDVI, но повышенные значения индексов на суглинистой площадке о-ва Белый не обеспечили пониженного значения глубины протаивания, возможно, из-за значительного обводнения.

Надземная биомасса живых кустарничков, трав, мхов и лишайников с юга на север уменьшается с ок. 750 г/м^2 в районе Лаборовой до ок. 400 г/м^2 на о-ве Белый (рис.). Биомасса на песках в целом немного ниже, чем на суглинках. Относительно небольшие различия в биомассе на Ямальском трансекте резко контрастируют с данными, полученными на североамериканском трансекте и, вероятно, характерны для относительно гомогенных, не покрывавшихся ледником ландшафтов Ямала в отличие от мозаичных и очень различных по времени освобождения от ледника ландшафтов североамериканской Арктики. Общая надземная биомасса, включающая и отмершие части растений, остается достаточно высокой в южных арктических тундрах. Медленные темпы разложения приводят и к очень большому накоплению ветоши граминоидов, особенно хорошо заметному на площадке CALM–2 на о-ве Белом.

В целом смена биоклиматических подзон с юга на север определяет направленное изменение различных параметров как растительности, так и криолитозоны, однако, локальные факторы, связанные с рельефом, последовательно понижающимся с юга на север, и связанной с этим степенью дренированности отчасти затушевывают зональность. Более отчетливо зональные изменения прослеживаются на суглинистых субстратах. Зональные изменения вегетационных индексов, глубины протаивания и температуры пород с

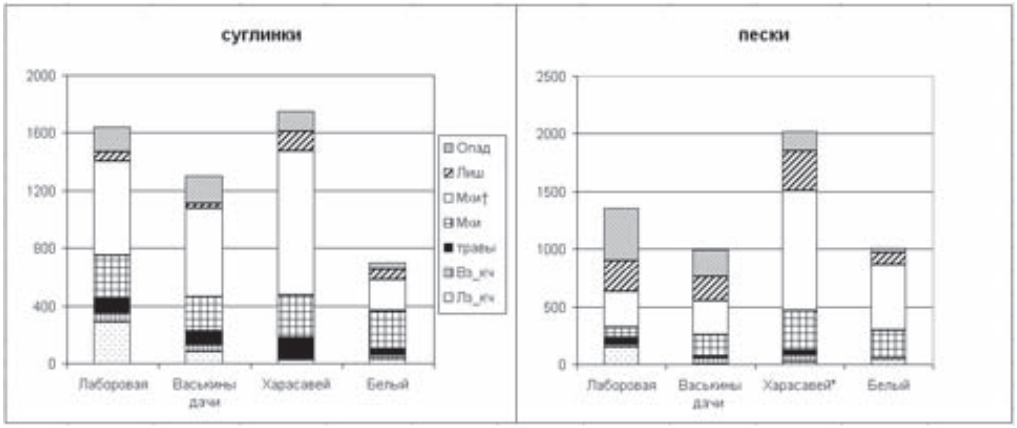


Рис. Биомасса различных групп растений на суглинистых (слева) и супесчаных (справа) площадках полигонов Ямальского трансекта.

юга на север в сходных ландшафтных условиях определяются уменьшением в этом направлении биомассы растительности, в том числе, сокращением доли высоких кустарников и уменьшением покрытия поверхности почвы. В отличие от Североамериканского, Ямальский трансект характеризуется более высокими значениями NDVI, немного пониженными значениями LAI, большей общей надземной биомассой и большей биомассой мохообразных, здесь отмечена более низкая, но довольно постоянная доля С в почве (в отличие от параболической закономерности на американском трансекте), полигоны в подзонах В и С характеризуются несколько более высокими показателями летнего тепла, чем их аналоги на американском трансекте. Проведенные совместные исследования показали назревшую необходимость более тщательно изучить зональное подразделение Ямала. Возможно, северные гипоарктические тундры простираются несколько далее к северу, чем это показано на ныне принятых схемах (Yurtsev, 1994; CAVM team, 2003). Также не однозначен вопрос об обоснованности выделения северного варианта арктических тундр на о-ве Белый, как это принято в схеме в CAVM (в схеме Юрцева весь север Ямала и о-в Белый отнесены к южному варианту). Крайняя бедность флоры о-ва Белый скорее обусловлена не климатическими условиями, а эдафическими и геоморфологическими, чрезвычайно слабой дифференциацией и низменностью рельефа, высокой заболоченностью, малым распространением подходящих для арктического разнотравья экотопов, а также относительно малым временем формирования флоры на молодых морских террасах.

Список литературы

ГОСТ 26262–84. 1984. Грунты. Методы полевого определения глубины сезонного оттаивания. М. 6 с. — *Магомедова М. А. и др*. 2006. Полуостров Ямал: растительный покров. 2006. 360 с. — *Матвеева Н. В.* 1998. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. 220 с. — *CAVM Team.* 2003 Circumpolar Arctic Vegetation Map. Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) Map No. 1 US Fish and Wildlife Service, Anchorage, AK. — *Walker D. A., Epstein H. E., Romanovsky V. E. et al.* 2008. Arctic patterned-ground ecosystems: A synthesis of field studies and models along a North American Arctic Transect. J. Geophys. Res., 113. G03S01. doi.10.1029/2007JC000504. — *Yurtsev, B. A.* 1994. Floristic division of the Arctic // J. Veg. sci. Vol. 5. P. 765–774.

К ХАРАКТЕРИСТКЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС (ВОСТОЧНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

М. Г. Цыренова, М. В. Цыдыпова

Бурятский государственный университет
670000, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а. E-mail: tsyrenova2000@mail.ru

Ключевые слова: *растительность, ценофлора, пространственная структура, микрокомбинации, карта растительности.*

Летом 2006–2009 гг. нами были проведены исследовательские работы в Забайкальском национальном парке. Забайкальский национальный парк — это территория с малонарушенными природными экосистемами, характерными для Северного Прибайкалья и имеющими особую экологическую ценность. Парк охватывает акваторию Баргузинского и Чивыркуйского заливов, западный макросклон Баргузинского хребта, полуостров Святой Нос, Ушканьи и Чивыркуйские острова. Целью экспедиции было выявление флористического состава и пространственной структуры растительного покрова.

Территория национального парка входит в зону подтаежных лесов южной тайги Сибири. В структуре растительного покрова хорошо прослеживается вертикальная поясность, характерная для гор Забайкалья,

она меняется с высотой от сосняков душекиево- рододендроново-бруснично-зеленомошных на побережье до лишайниково-бруснично-ерниковой тундры с участием кедрового стланика на восточном побережье п-ова Святой Нос (абсолютная высота — 1832 м над ур. м.) (Иметхенов и др., 1990).

Флора исследованной территории насчитывает более 140 видов сосудистых растений, и является относительно бедной, что характерно для лесных сообществ. Основное разнообразие (более четверти от общего количества) сборов дают участки степной растительности, отмеченные нами на вершинах хребта Северный. Данные участки степной растительности представляют особый интерес, состав растительности типичен для характерного явления Южной Бурятии — убуров, участков экспозиционной горной лесостепи Бурятии. Нетипичным и уникальным является местонахождение данных фитоценозов, а именно в привершинной части восточных склонов хребта Северный, на уровне около 1500 м над ур. м., выше подгольцового уровня, над сложной мозаикой, составленной из участков каменистой поверхности, комбинированных с участками кедрового стланика и березкой карликовой.

Анализ геоботанических описаний выявил ценофлору изучаемой территории, представленную 127 видами высших сосудистых. Была создана сравнительная таблица характеристик растительных сообществ, в результате которой были выявлены основные типы растительности изучаемой территории. В составе лесной растительности выделяются основные группы формаций — горные таежные (*Pinus sibirica*) и подта-

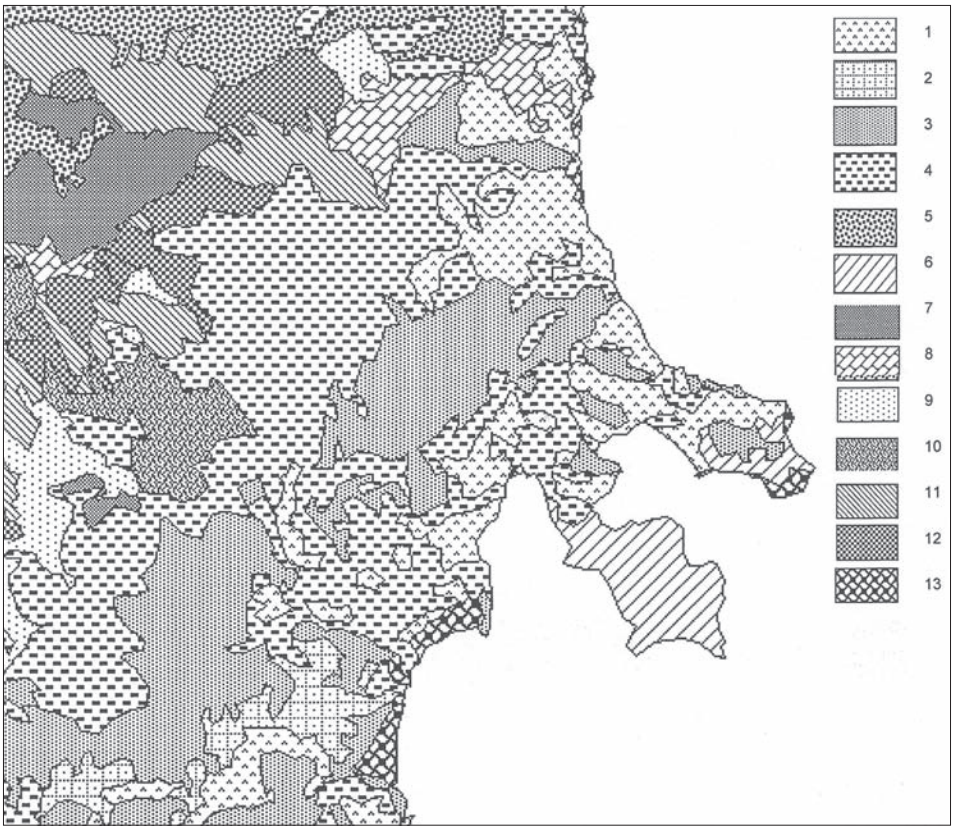


Рис. Карта растительности модельного участка полуострова Святой Нос (Онкогонская бухта) (м. 1 : 100 000).

Леса: ***горнотаежные леса:*** 3 — смешанные сосново-кедрово-пихтовые леса с участием березы (*Pinus sylvestris, P. sibirica, Abies sibirica, Melica nutans, Lathyrus humilis*), 4 — лиственнично-сосновые зеленомошно-брусничные леса (*Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Vaccinium vitis-idaea, Rhododendron dauricum, Ledum palustre*), 5 — редкостойные пихтово-кедровые леса с участием лиственницы (*Abies sibirica, Pinus sibirica, Pinus pumila, Juniperus communis*); ***мелколиственные леса:*** 1 — осиново-березовые (*Populus tremula, Betula pendula*) разнотравные (*Lathyrus humilis*, *Calamagrostis obtusata*, *Melica nutans*, *Carex sabynense*) леса, 2 — осинники вейниковые (*Populus tremula, Calamagrostis epigeios, Melica nutans*, *Crepis tectorum*, *Thalictrum minus, Pteridium aquilinum*). ***Сочетания:*** 6 — сочетания осиново-березовых разнотравных лесов (а) с сосново-кедрово-пихтовыми лесами с участием березы (б) и сосновых остепненных лесов (*Pinus sylvestris, Dendranthema zavadskii, Pulsatilla patens, Lupinaster pentaphyllus*) (в) на крутых склонах, а:б:в=3:2:1.

Кустарниковые сообщества подгольцового пояса: 7 — сообщества кедрового стланика (*Pinus pumila, Juniperus communis, Vaccinium myrtiloides, V. uliginosum*). ***Сочетания:*** 8 — сочетания сообществ березки карликовой (*Betula nana, Juniperus communis, Vaccinium myrtiloides*) (а) и кедрового стланика (б), а:б=1:1; 9 — сложное сочетание сообществ березки карликовой с сообществами кедрового стланика (а), каменистых участков с фрагментарной растительностью (б) и остепненными сосняками на крутых склонах (в), а:б:в=2:2:1; 10 — сложное сочетание сообществ березки карликовой и кедрового стланика (а) с сообществами редкостойных пихтовых лесов (*Abies sibirica, Pinus pumila, Juniperus communis*) (б), а:б=2:1.

Степи: *петрофитные степи:* 11 — каменистые участки, выходы коренных пород с фрагментарной остепненной растительностью (*Carex pediformis, Chamaerhodos altaica*); ***луговые степи:*** 12 — «убуры», «маряны» в подгольцовом поясе (*Carex pediformis, Sanguisorba officinalis, Galium boreale, Aster alpines, Koeleria cristata, Aconogonon divaricatum,Veronica alpine*).

Интразональная растительность: 13 — заболоченнолуговые (*Equisetum palustre, Anemonidium dichotomum, Lathyrus pratensis, Carex schmidtii, C. rostrata, Isatis oblongata*) сообщества в прибрежной части бухты.

ежные: светлохвойные (*Pinus sylvestris*) травянистые леса и мелколиственные вторичные (*Populus tremula, Betula pendula*). Также были рассмотрены степи: петрофитные и луговые, заболоченные луга и кустарниковые сообщества подгольцового пояса — кедровостланиковые и карликовоберезковые.

На основе полученных материалов была создана карта растительности модельного участка в окрестностях Онкогонской бухты м. 1 : 100 000 (рис.). В процессе картирования выявлялись как гомогенные, так и гетерогенные категории. Последние понимаются как территориальные единицы (ТЕ) — фитоценохоры (Сочава, 1972) или комбинации растительности в понимании С. А. Грибовой и Т. И. Исаченко (1972). При составлении легенды нами используется принцип подчинения гетерогенных территориальных единиц гомогенным, исходя из преобладающего в комбинации типа растительного сообщества.

В ходе работы мы анализировали растительность горных склонов, для которых характерна мозаичность, поэтому мы сочли необходимым выделить и отразить в карте несколько комбинаций сообществ, в основном мезокомбинаций. Первая комбинация была выделена в нижней части макросклона хребтов полуострова — это сочетание мелколиственных лесов, преимущественно осиновых, в нижней части склонов в прибрежной зоне, со смешанными пихтово-кедровыми лесами и сухими сосняками по крутым южным склонам в районе мысов. И несколько мезокомбинаций в верхней части макросклона хребтов полуострова, выше лесного пояса — это сочетания сообществ березки карликовой и кедрового стланика, и два типа сложных сочетаний: сообществ березки карликовой и кедрового стланика с участием редкостойных пихтарников, и сообществ березки карликовой, кедрового стланика, сухих сосняков по крутым склонам и каменистых участков с фрагментарной растительностью.

Список литературы

Грибова С. А., Исаченко Т. И. 1972. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Л. Т. 4. С. 13–31. — *Иметхенов А. Б. и др.* Природа Забайкальского национального парка. Под ред. А. К. Тулохонова. Улан-Удэ. 1990. 193 с. — *Сочава В. Б.* 1972. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование 1972. Л. С. 3–17.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ХРЕБТА БАДЖАЛ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

С. Д. Шлотгауэр

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН
680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65. E-mail: saxifraga@ivep.as.khb.ru

Ключевые слова: *лиственничные, пихтово-еловые леса, горные тундры.*

Изучение растительного покрова Буреинского нагорья и одного из его крупнейших хребтов — Баджала имеет огромное значение, так как он рассматривается в качестве перспективного района горнорудного и лесопромышленного освоения. Включение данной территории в сферу влияния Байкало-Амурской магистрали ранее показало, насколько опасными для экосистем явились результаты первых опытов хозяйствования в крайне неустойчивых растительных сообществах высокогорий этого района.

Негативные тенденции в ландшафтах проявились в интенсивной потере лесистости из-за многократно повторяющихся пожаров, росте обвально-осыпных и селевых проявлений, солифлюкции и др. (Голубчиков, 1984; Шлотгауэр, 1990, 2007; Хегай, 1991). Предвидеть результаты интенсивного освоения региона возможно только на основе подробного изучения растительности этой контрастной в природно-климатическом отношении территории. Характеристика растительности хр. Баджал нам представляется актуальной в связи с крайней недостаточностью сведений о составе и структуре его горно-тундровой растительности, которая выполняет средообразующую и ландшафтностабилизирующую функцию.

Баджальский антиклинорий сформировался вместе со сводово-глыбовыми морфоструктурами Дуссэ-Алиня и Ям-Алиня на высоко поднятом фундаменте Буреинского массива и дислоцированных осадочных толщах восточной ветви Монголо-Охотского складчатого пояса. Эти морфоструктуры имеют самые большие в Приамурье абсолютные высоты до 2300 м и выше. Верхний пояс гор имеет альпинотипные черты: острые скалистые вершины и гребни водоразделов, ледниковые формы — кары и цирки с озерами, троговые долины с моренами. Лишь отдельные массивы в истоках р. Горин, сложенные массивно-кристаллическими породами (гранитами, диоритами) имеют палеотипный облик: глубокие крутосклонные долины сочетаются здесь с уплощенными террасированными междуречьями — плато с останцовыми возвышенностями, абсолютные высоты которых составляют 1600–1900 м, отдельные массивы с усеченными вершинами достигают 2000–2100 м.

Для растительного покрова этих горных сооружений характерна высокая обнаженность: горно-тундровые ценозы во многих местах смыкаются с таежным поясом, подгольцовые сообщества развиты фрагментарно. Этому способствуют грубый механический состав отложений на очень крутых (свыше 37°) склонах, преимущественно глыбовых, их высокая порозность, приводящая к безводности поверхности из-за очень быстрого просачивания воды под рыхлый чехол склонов, на что обращал в свое время внимание В. Б. Со-

чава (1980). Однако высокую территориальную контрастность растительности определяет не только рельеф, но и климат, характеризующийся высокой влажностью: от 15 до 25 дней относительная влажность воздуха достигает 80–90 % в середине дня (Ветвицкий, 1969). Такая высокая влажность воздуха составляет одну из характерных особенностей второй половины летнего сезона для большинства горных структур Приамурья. На хр. Баджале годовое количество осадков превышает 1000 мм, в том числе 70 % летних, благодаря положению его хребтов, ориентированных на северо-восток, называемых ловушками циклонов (Петров и др., 2000).

По районированию Б. П. Колесникова (1955) эта территория входит в Урмийско-Горинский округ Амуро-Охотской провинции Восточно-Сибирской подобласти светлохвойных лесов Евразиатской хвойно-лесной области.

На хр. Баджал темнохвойные леса образуют прерывистый пояс чаще по склонам южных экспозиций. Пихта белокорая в древостоях отмечается редко, только в долинах. В составе ельников большую роль играет лиственница (*Larix cajanderi*) и береза шерстистая (*Betula lanata*). Большая часть горных ельников относится к группе зеленомошных типов леса. В небольших горных долинах рек Ярапа, Талиджака, Баджала, Левой Урми и других произрастают прирусловые пихтово-еловые леса, для которых характерно развитие высокотравья, кедрового стланика (*Pinus pumila*) и ольховника (*Duschekia fruticosa*). Темнохвойные леса на надпойменных, редко заливаемых террасах, являются одним из заключительных этапов в развитии серийных рядов пойменной растительности, начинающихся с ивово-чозениево-тополевых, сменяющихся лиственничными, а затем и пихтово-еловыми лесами (Манько, Розенберг, 1967).

Лиственничные леса, получившие широкое распространение на склонах различной экспозиции и крутизны, в подавляющем большинстве возникли на месте пихтово-еловых лесов. В лиственничных формациях, располагающихся на мелких каменистых почвах, восстановление коренной породы — ели крайне затруднено.

Пояс каменноберезняков, хотя и типичен для хр. Баджала, но развит значительно слабее, чем на Северном Сихотэ-Алине. В кустарниковых редкостойных лесах из березы шерстистой преобладает кедровый стланик (*Pinus pumila*), ерник (*Betula exilis*), ольховник (*Duschekia fruticosa*), рододендрон (*Rhododendron aureum*), багульник (*Ledum palustre*).

В истоках левого притока р. Баджал распространены каменноберезняки, растущие на крупноглыбовом делювии горных пород и представляющих этапы заселения эродированных склонов после пожаров. При поражении огнем каменноберезняков выявлено, что ни каменноберезняки, ни темнохвойные породы не восстанавливаются (Манько, Розенберг, 1967).

Положение верхней границы леса в различных частях хр. Баджала неодинаково. В истоках одноименной реки на северном склоне верхняя граница отмечена на высоте 1500–1600 м над ур. м., на южном — на высоте 1600–1650 м над ур. м.; в истоках р. Урми на южных склонах — 1650–1700 м над ур. м., на северных — на высоте 1400–1500 м над ур. м. Отдельные экземпляры лиственницы и березы шерстистой отмечались на высоте 1700–1750 м над ур. м.

Пояс кедрового стланика обрамляет подгольцовые редколесья и находит наиболее благоприятные условия для развития на влажных подветренных склонах в бассейнах рек Баджал, Ярап, Герби. На наветренных склонах он с 1200–1400 м становится низкорослым. Во флористическом отношении формация мало самобытна: в ее составе преобладают придаточные и монтанные виды (69 %), бореальные — 25.9 %, гольцовые и арктоальпийские — 31 % от общего состава флоры.

Горные тундры представляют самостоятельный класс формаций тундровой растительности и простираются с 1800 до 2000 м над ур. м. Они представлены каменисто-лишайниковыми, щебнистыми, полигональными, кустарничковыми и кустарниковыми тундрами. Пояс гольцовых холодных пустынь, выделяемый С. В. Осиповым (2002) для наиболее высоких отметок Буреинского нагорья, не прослежен нами ни на хр. Баджал, ни на Ям-Алине, для его существования нет подходящих высот и климатической обстановки.

Горно-тундровые сообщества исследованного участка на фоне окружающих поднятий нагорья представляют своеобразный ботанический оазис. Из 220 высокогорных монтанных и придаточных видов растений около 20 % составляют эндемичные представители хр. Баджала (*Leontopodium blagoveshczenskyi, Phlomoides woroschilovii, Cardamine tomentella, Senecio bojcoanus, Spiraea schlotgauer*) или Буреинского нагорья (*Aconitum baburinii, Valeriana gotvanskyi, Saussurea soczavae*) и др. (Шлотгауэр, 1990). Они входят в состав сообществ приснежниковых лужаек и луговинных тундр.

Развитию луговой растительности в верхнем поясе гор Баджала, Буреинского нагорья, как и на гольцах Дальнего Востока, препятствуют незначительный снежный покров и связанное с ним глубокое и длительное промерзание субстрата (Сочава, 1980). В условиях этих высокогорий образование устойчивого снежного покрова не опережает переход среднесуточной температуры через 0° (Петров и др., 2000), поэтому многолетние травы не выдерживают конкуренции со мхами, лишайниками, аркто-альпийскими кустарничками и кустарниками. В связи с этим выделение субальпийских лугов и субальпийско-подгольцового пояса А. Г. Крыловым и С. В. Осиповым (1985; 2002) нуждается в серьезном обосновании.

Высокотравные лужайки в подгольцовом поясе не играют ландшафтной роли и имеют мало общего с субальпийскими лугами Южной Сибири. Их характерной особенностью является фитоценотическая связь

с лесными и кустарниковыми формациями, выклинивающимися в подгольцовом поясе. Наибольшим своеобразием на хр. Баджале отличаются низкотравные и среднетравные лужайки.

В наиболее холодных местообитаниях гольцового пояса (1800–1850 м над ур. м.) около летующих снежников формируются психрофильные низкотравные лужайки. Травостой отличается низкорослостью (10–25 см выс.), сложен многолетними психрофитами — осоками (*Carex rigidioides, C. misandra, C. tripartita*), злаками (*Agrostis kudoi, Ptilagrostis malyschevii, Festuca chionobia, Arctagrostis latifolia, Poa glauca*), и представителями разнотравья: *Aquilegia amurensis, Aconitum baburinii, Saussurea soczavae, Trollius uniflorus, Saxifraga brachypetala, S. punctata, Minuartia biflora, Ranunculus nivalis, Taraxacum badschalensis, Veronica densiflora* и др. Кустарники и кустарнички отмечены фрагментарно: *Salix turczaninowii, Phyllodoce caerulea, Cassiope ericoides, Empetrum subholarcticum, Sibbaldia procumbens*. Виды азиатской ареалогической группы имеют явный перевес над представителями, широко распространенными в Голарктике. Синузии зеленых мхов образуют покрытие до 20 % (*Drepanocladus uncinatus, Rhacomitrium lanuginosum* и др.). По мере удаления от снежника увеличивается роль лишайников (*Cetraria nivalis, Cladonia rangiferina* и др.).

Развитие среднетравных лужаек связано исключительно с альпинотипными морфоскульптурами. Они формируются на участках с холодным умеренно-подточным или проточным режимом увлажнения, с мощным снежным покровом в зимнее время, хорошо защищенным от господствующих зимних ветров.

Среднетравные лужайки от психрофильных отличаются резким увеличением синузий травянистых растений, горизонтальной дифференциацией травостоя, уменьшением мохово-лишайниковых, кустарниковых и кустарничковых синузий, сменой хионофильных видов мезогигрофильными. Формируясь в нижней полосе гольцового пояса на контакте с подгольцовыми сообществами на высоте 1750–1800 м над ур. м., они вбирают в состав значительное число видов нижележащих поясов, чем еще в большей степени отличаются от низкотравных приснежных психрофитных сообществ. В первом ярусе преобладает разнотравье и осоки. Доминирует арктоальпийский вид, свойственный Восточной Сибири и Северной Америке, — *Carex podocarpa*. Осоково-разнотравные лужайки, описанные в истоках левого притока р. Баджал имеют сложный видовой состав и структуру, в них обычны сибирские, гипоарктические, высокогорные притихоокеанские и аркто-альпийские циркумполярные виды: *Aconitum delphinifolium, Crepis burejensis, Anemonastrum sibiricum, A. baburinii, Hedysarum hedysaroides, Aconogonon tripterocarpum, Gentiana algida, Claytonia acutifolia, Lagotis minor, Geranium erianthum, Cardamine tomentella, Phlomoides woroschilovii* и др.

Список литературы

Ветвицкий Г. Н. 1969. Климат // Южная часть Дальнего Востока. М. С. 70–97. — *Голубчиков Ю. Н.* 1984. Контрасты и динамика природно-территориальной структуры южной части Буреинского хребта // Локальные контрасты в геосистемах. Владивосток. С. 8–18. — *Колесников Б. П.* 1955. Очерк растительности Дальнего Востока. Хабаровск. 141 с. — *Крылов А. Г., Осипов С. В.* 1985. Растительность субальпийско-подгольцового пояса хребта Ям-Алинь // Изучение, использование и охрана растительного мира высокогорий: Тез. докл. Владивосток. С. 80–81. — *Манько Ю. И., Розенберг В. А.* 1967. Очерк растительности междуречья Амур-Амгунь // Растительность северных районов Дальнего Востока. Владивосток. С. 59–85. (Комаровские чтения. Вып. 14.) — *Осипов С. В.* 2002. Растительный покров таежно-гольцовых ландшафтов Буреинского нагорья. Владивосток. 378 с. — *Петров Е. С., Новороцкий П. В., Леншин В. Т.* 2002. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток; Хабаровск. 174 с. — *Сочава В. Б.* 1980. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск. 254 с. — *Хегай С. В.* 1991. Сосудистые растения государственного республиканского заказника «Баджальский» (высокогорья истоков рек Баджал, Талиджак). Хабаровск. 21 с. (Препринт). — *Шлотгауэр С. Д.* 1990. Растительный мир субокеанических высокогорий. М. 224 с. — *Шлотгауэр С. Д.* 2007. Антропогенная трансформация растительного покрова тайги. М. 178 с.

БОРЕАЛЬНЫЕ ЛЕСА И БОЛОТА РОССИИ НА АНАЛИТИЧЕСКИХ КАРТАХ

Т. К. Юрковская

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2. E-mail: yurkovskaya@hotmail.ru

Ключевые слова: *карта, темнохвойные и сосновые леса, болото.*

Аналитические карты бореальных лесов и болот являются частью серии карт, впервые выполненных на территорию всей страны в ее новых границах. Основой для них служит «Карта растительности СССР для вузов» масштаба (м.) 1 : 4 000 000 (1990). Все карты создаются на единой основе м. 1 : 10 000 000. Составление аналитических карт рассматривается как способ углубленного анализа универсальных карт (Грибова, Исаченко, 1972).

Рассматриваемые карты хорошо выявляют основные географические закономерности широтной и долготной дифференциации растительности. Все карты представляют восстановленную растительность, и потому такие параметры, как динамические связи, трансформации и т. п., на них проследить нельзя. Для демонстрации и обсуждения я выбрала 3 карты темнохвойных лесов, а также карту сосновых лесов и болот.

Темнохвойные леса являются зональными в бореальной области и таким образом определяют облик ее растительного покрова и его структуру. В прошлом на территории России темнохвойные леса занимали громадные площади, доминируя на Русской равнине и участвуя в сложении растительного покрова Западно-Сибирской равнины, юго-восточной Сибири и Дальнего Востока. Темнохвойные леса формируют также горно-таежный пояс в горах. В настоящее время в природе остались лишь фрагменты темнохвойных лесов, и даже их ареал можно понять лишь с помощью карт восстановленной растительности.

Еловые леса. Анализ карт я начну с еловых лесов (вклейка VI, 1). Основной массив их в пределах всего европейского континента сосредоточен в России. Довольно много их в Фенноскандии и горах центральной Европы. Легенда аналитической карты еловых лесов России насчитывает 20 единиц. Они расположены по подзональным группам, в особую группу выделены горные леса.

Только на Русской равнине наблюдается четкое деление на подзональные группы, которые образуют вытянутые в широтном направлении контактные полосы, почти совпадающие с зональным делением территории. Таких групп на Русской равнине 5: предтундровые редколесья, северо-, средне-, южно- и подтаежные еловые леса. В Западной Сибири представлены только 3 подзональных группы еловых лесов: северо-, средне- и южнотаежные; предтундровые редколесья в Западной Сибири формируются лиственничными редколесьями. На западе России также отсутствуют еловые предтундровые редколесья, они сформированы там *Betula czerepanovii.* В Западной Сибири выпадает и группа подтаежных ельников, они замещены там коренными березовыми и осиновыми лесами. Кроме того, еловые леса в Западной Сибири не образуют обширных широтно-вытянутых полос, как на Русской равнине, а представлены отдельными массивами.

На карте достаточно четко обозначены смены в направлении запад–восток: ельники с *Picea abies,* с *P.* × *fennica,* с *P. obovata.* Такая смена доминантов происходит не по прямой. Так, в составе древостоя еловых и березово-еловых предтундровых редколесий и еловых лесов, расположенных в крайнесеверной тайге, до самых западных границ России и за пределами ее господствует. *P. obovata,* что, очевидно, связано с ее большей зимо- и морозоустойчивостью (Булыгин, Ярмишко, 2000). На юге северной и севере средней тайги Карелии господствующей породой в ельниках является *Picea abies,* а *P. obovata* и даже *P.* × *fennica* встречаются преимущественно в заболоченных типах леса, там, где экологические позиции у *P. abies* слабы.

Долготная дифференциация подчеркивается и появлением на востоке европейской части России бидоминантных еловых лесов, в которых в древостое отмечается все увеличивающееся участие пихты, местами кедра и лиственницы, а за Уралом чистые ельники практически выклиниваются. Далее в пределах Западной Сибири распространены бидоминантные насаждения — пихтово-еловые и кедрово-еловые.

Еловые леса Дальнего Востока полностью изолированы от западных ельников, в них доминирует *Picea ajanensis.* Чистые ельники распространены преимущественно на севере ареала этой ели, вдоль побережья Охотского моря; южнее, в пределах южной тайги и подтайги как на равнинах, так и в горах встречаются главным образом олигодоминантные леса: пихтово-еловые и пихтово-кедрово-еловые (*Picea ajanensis, Abies nephrolepis, Pinus koraensis*).

Пихтовые леса в России сосредоточены преимущественно в центре страны — в южной тайге Западной Сибири и на западе Центральной Сибири, а также в горах южной Сибири (вклейка VII, 1). Доминирующим видом является *Abies sibirica.* В легенде карты 5 единиц.

Пихта появляется на Русской равнине задолго до того, как начинает играть заметную роль в древостое лесных сообществ. Самые западные ее местонахождения отмечены в верховьях Ваги, левого притока Северной Двины. А еловые леса с участием пихты или олигодоминантные пихтово-еловые появляются на самом юго-востоке Архангельской области, здесь отмечают и небольшие пихтарники в речных поймах. На западе республики Коми в средней тайге пихта становится частым компонентом растительного покрова.

На аналитической карте показаны только самые крупные массивы пихтовых лесов. Такие массивы пихтовых, елово-пихтовых и кедрово-пихтовых лесов на равнине сосредоточены в южной тайге Западной Сибири и в Средней Сибири. Дендрологи подчеркивают, что пихты — преимущественно горные породы, и на карте горные пихтовые леса выделены более насыщенным цветом. В европейской России только один такой крупный массив елово-пихтовых лесов, местами с участием лиственницы, кедра и с липой в подлеске, находится на западном склоне и в предгорьях Урала.

Леса с доминированием *Abies sibirica* или ее участием в олигодоминантных лесных сообществах особенно характерны для гор южной Сибири (Алтае-Саянская горная область). Самый северный горно-таежный лесной массив на карте показан на Енисейском кряже, а самый восточный находится на Хамар-Дабане.

Кедровые леса России обычно связывают с доминированием *Pinus sibirica*. По данным справочников площадь кедровых лесов в России свыше 23 млн га. Фитоценотический оптимум этих лесов очень близок к пихтовым лесам, сформированным пихтой сибирской. Но сибирский кедр экологически гораздо более пластичный вид, он переносит повышенное увлажнение, растет и на вечномерзлых грунтах. В легенде карты 6 единиц (вклейка VII, 2).

В сравнении с пихтой кедр и кедровые леса идут значительно дальше на север. И долготный диапазон кедра и кедровых лесов иной. Крайние западные пределы его распространения связывают с Республикой

Коми. В Предуралье он уже образует насаждения, но сначала встречается только в заболоченных типах леса. В отличие от пихты, он встречается на западе своего ареала не только в средней, но и в северной тайге. Максимальное сосредоточие кедровых лесов находится в Западной Сибири и горах южной Сибири. В отличие от пихты, крупные массивы редкостойных олигодоминантных лесов с участием ели и лиственницы сибирский кедр образует в северной тайге на западе и востоке Западной Сибири. В средней тайге встречаются то елово-кедровые, то кедрово-еловые леса. И только в южной тайге он уступает доминирующую роль пихте в елово-кедрово-пихтовых лесах.

В горах южной Сибири по активности кедр не уступает пихте, большие контура кедровых и пихтово-кедровых лесов на карте показаны на Алтае, в Саянах и других южносибирских горах. И опять они идут севернее и восточнее пихтовых, формируя горнотаежные леса на прибайкальских хребтах и Становом нагорье. Самые северные горнотаежные леса с господством сибирского кедра изображены на восточной окраине Заангарского плато. А самые юго-восточные — на юго-западной окраине Яблонового хребта и южнее до границы с Монголией. На Дальнем Востоке показаны леса с участием *Pinus koraensis*.

Сосновые леса. Карта сосновых лесов составлена по тому же принципу, что и карты темнохвойных лесов (вклейка VI, 2). Легенда карты сосновых лесов насчитывает 21 номер, включающий равнинные и горные леса России. Но ареал сосняков охватывает не только таежную зону, но также зону широколиственных лесов и степную. Бросается в глаза не широтная дифференциация сосняков, а их сосредоточия в определенных группах. Это говорит о том, что распространение сосновых лесов определяется не столько зонально-географическими параметрами, сколько связано с экологическими, главным образом эдафическими условиями. Их распространение связано с песчаными, каменистыми, скелетными почвами. При этом обычно они сосредоточены на бедных, олиготрофных почвах и кислых горных породах, но также и на мелах, т. е. всюду там, где темнохвойные породы теряют свою конкурентноспособность. Северная граница распространения сосновых лесов четко следует границе распространения многолетней почвенной мерзлоты.

Безусловно, сообщества сосняков несут черты зональности, и мы выделяем среди них подзональные группы. И все же там, где сосновые леса господствуют, деление на подзоны затруднено. Например, хорошо отделяются северо- и среднетаежные сосняки. Но иногда среднетаежные сосняки сохраняют дифференциальные виды северотаежных (чаще всего *Empetrum*). Также трудно и, пожалуй, даже невозможно разделить подтаежные и сосняки, распространенные в зоне широколиственных лесов.

Растительность болот. Карту растительности болот рассматриваю последней. Для нее мною составлены 2 взаимодополняющие легенды. На одной отражена ботаническая характеристика картируемых единиц. На другой — ее географическое содержание. Всего на карте изображено 36 картируемых единиц.

Карта, как и легенда, имеет 2 плана. Первый — это крупные подзаголовки. На карте они показаны цветом. Второй план соответствует растительности типов болотных массивов. На карте они обозначены буквенными индексами. Первый план — это та информация, которая читается сразу. Она дает возможность увидеть главные географические закономерности в распределении болот — широтные и региональные. Второй план содержит значительно более детальную информацию и предназначен для углубленного анализа. Ниже помещен фрагмент карты для самого болотного региона России — Западно-Сибирской равнины (вклейка VIII).

На основе аналитической карты болот определены ареалы распространения типов болотных массивов. Установлено, что широтная дифференциация обуславливает распространение самых высших подразделений растительности болот — классов типов. Выделено 5 долготных секторов, различающихся структурой широтной дифференциации растительности болот. Выявлена специфика этой дифференциации в каждом секторе.

Заключение. Итак**,** составлена серия аналитических карт растительности России в м. 1 : 10 000 000. Это первые аналитические карты, созданные в границах современной России. Они не дают представления обо всем типологическом разнообразии лесов и болот. Этим задачам служат типологические обзоры и региональные сводки, а также средне- и крупномасштабные карты. На данных картах четко выявляются широтная и дифференциация растительности, т. е. география растительного покрова России. Сопоставление аналитических карт восстановленной растительности с картами современной (актуальной) растительности подчеркивает редукцию одних типов (темнохвойных лесов) и экспансию других (мелколиственных лесов).

Достигнута главная цель аналитических обзорных мелкомасштабных карт — дать на единой основе, с едиными принципами составления, возможность увидеть и проанализировать в пространстве всей России основные фитогеографические закономерности. Для региональных исследователей это еще и возможность оценить свое место в общем фитогеографическом пространстве. И для всех геоботаников — одна из попыток сблизить разные подходы и толкования ботанико-географических закономерностей растительного покрова страны.

Список литературы

Булыгин Н. Е., Ярмишко В. Т. 2000. Дендрология. СПб. 528 с. — *Грибова С. А., Исаченко Т. И.* 1972. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Т. 4. Л. С. 137–330. — *Карта* растительности СССР для высшей школы. М. 1 : 4 000 000. 1990. М. 4 л.

О ВНЕШНЕМ КРИЗИСЕ, ВНУТРЕННЕМ ЗАСТОЕ, СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ И ПОНЯТИИ СИНУЗИЯ В ГЕОБОТАНИКЕ

Б. К. Ганнибал

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2. E-mail: gannibal46@yandex.ru

Ключевые слова: *геоботаника, концепции, системная парадигма, синузиальный подход.*

В среде геоботаников существуют разные мнения о современном состоянии науки о растительности вообще, и в России в частности, но вряд ли найдется специалист, который считает положение дел хорошим и даже удовлетворительным. Однако различие эпитетов от «кризисного» до более мягкого «не лучшее», как принято считать, отражает лишь степень эмоциональности говорящего, его «особое» мнение, а не реальное состояние дел в науке. Что касается глубокого и всестороннего анализа сложившейся ситуации, то большинство геоботаников по разным причинам избегает делать таковой.

Состояние любого научного направления обусловливается в определенной степени состоянием общества (его зрелостью, разнообразием и развитостью социальных институтов, обозначаемыми целями и задачами, экономической состоятельностью) в конкретную историческую эпоху и, соответственно, тем или иным спросом на результаты конкретной науки. Ослабление в последние годы интереса государства (на всех уровнях управления) к науке в целом, и отсутствие достаточных материальных ресурсов — вот часть тех причин, которые создали предпосылки к распаду сложившегося в советское время геоботанического научного сообщества как системы институтов и лабораторий — профессиональных коллективов, связанных общими задачами и проблемами, совместными исследованиями и широким обменом информацией — тем полем взаимодействия, которое породило в свое время научные школы и воспитало массу специалистов высокого уровня.

В послевоенное время вплоть до 1970-х гг. государство активно проводило политику экономической экспансии на неосвоенные территории, что требовало изучения, в том числе, растительного покрова на огромных площадях в разных географических условиях. В следующие два десятилетия уже существовавшие научные структуры успешно использовали накопленный запас данных и сложившийся в обществе авторитет. Это позволяло относительно спокойно решать собственные (внутренние) проблемы науки о растительности, поддерживать исследования на стационарах. Начиная с 1990-х гг., в результате перестройки социальной и экономической системы и в связи с девальвацией прежних задач и планов государства, наука о растительности стала представляться, с экономической точки зрения, неким грузом, а с научной — определенным анахронизмом («прошлый» или даже «позапрошлый» век), не имеющим ничего общего с ультрасовременными направлениями науки. Оказалось, что в условиях рыночного хозяйства свое место, свою нужность следует доказывать постоянно — и чиновнику (в том числе академическому), и предпринимателю, и политику. Апелляция к прошлому уже не срабатывает. При очевидном падение социального статуса геоботаники, а вместе с ним финансового и кадрового обеспечения, термин «кризис» вполне соответствует реальной оценке сложившейся ситуации.

Но исчерпывается ли кризисное состояние только внешними причинами? Ведь любая наука как система определенных теоретических положений и методов познания со временем тоже исчерпывает свои внутренние возможности, теряет первоначальную энергию, а далее... Итоги могут быть разными.

Наука живёт своим объектом, которым в данном случае является в целом растительный покров и слагающие его фитоценозы. Оправдывает свое существование она предметом изучения, будь то состав, структура или динамика сообществ, но, главное, обусловленность существования этих систем внешними (в поле разнообразия экологических условий) и внутренними (отношением компонентов растительного покрова и фитоценозов, свойствами растений) причинами. Представить растительное сообщество как результат взаимодействия слагающих его элементов на фоне определенных экологических условий — сверхзадача геоботаники. Еще один непременный компонент науки — методика — во многом зависит от уровня развития других областей знания и действующих парадигм, а также технологий, которые все вместе формируют

собственный рабочий аппарат геоботаники. Отчасти именно ограниченные возможности измерения различных параметров растений и их совокупностей, учета материальных, энергетических и информационных потоков непосредственно в растительном сообществе, в полевых условиях, могут служить причиной торможения развития науки. Недаром специалисты на Западе давно переключились на изучение биологических и экологических свойств составляющих фитоценозы видов, используя самые современные технические устройства и методики. Они поняли, что недостаток информации о различных элементах растительных систем не позволяет двигаться дальше, тогда как у нас продолжают в этом отношении «толочь воду в ступе», споря между собой о неясных терминах и недостаточно определенных понятиях (например, является ли такой-то вид мезофитом или ксеромезофитом), не имея сколько-нибудь новых аргументов. Столь же схоластическими, оторванными от проблем организации сообществ, «вещами в себе» выглядят многие исследования популяций. Слава богу, в стране еще остается немало, в буквальном смысле, нехоженых троп и «медвежьих уголков», малоизученных территорий даже в ее центральной части, что позволяет геоботаническому сообществу не пропасть в тяжелое время, но при этом специалистам приходится продолжать заниматься почти исключительно инвентаризационной, в том числе достаточно формализованной классификационной, работой. Учет и упорядочивание в той или иной форме, а также картирование единиц растительности — занятия очень важные, однако, следует признать, что стимулы серьёзного развития геоботаники на такой почве не появляются.

В аналитический аппарат науки входит, кроме методов сбора и обработки информации, система идей и концепций разного масштаба. Именно в этой части российские ученые иногда выступали даже инициаторами (достаточно вспомнить Л. Г. Раменского), однако отсутствие в последние (и уже многие) годы дискуссий по фундаментальным проблемам геоботаники, единичные выступления по общим вопросам даже на конференциях с претенциозными названиями «Геоботаника XXI века» (1999 г.), «Актуальные проблемы геоботаники» (2007 г.), «Развитие геоботаники: история и современность» (2011 г.) говорят о том, что в нашей науке определенно наметился застой.

Зададимся двумя вопросами: какой этап исследовательского процесса является наиболее слабым его звеном и в чем можно видеть перспективу активного развития геоботаники? Само содержание понятия науки подсказывает, что этими важными моментами могут быть либо методический («наука — это метод»), либо концептуальный (идеи, гипотезы, теории).

Обвинение в субъективности оценок различных параметров растительных систем, получаемых непосредственно в поле, звучит давно, причем от самих же геоботаников. Неоднозначность качества первичных данных рассматривается как неизбежное зло, но при этом есть понимание того факта, что процессы и связи в растительных сообществах имеют стохастическую природу, и это позволяет в случае достаточной массовости материала считать ситуацию в целом удовлетворительной.

Ожидать сейчас методический (технологический) и вытекающий из него информационный (получение, и быстро, большого количества новых параметров) прорыв в геоботанике трудно, хотя следовать «западному» образцу в активном получении большого массива разной информации по биологии и экологии видов, в том числе экспериментальными методами, безусловно, надо. В наших условиях это сложный и долгий путь, но как стратегическое направление его следует постоянно иметь в виду, пытаясь реализовывать как на полевых стационарах, так и в лабораториях.

Строгость методов статистического анализа получаемого геоботаниками (фитоценологами) материала обеспечивает видимую (формальную) доказательность выводов, но еще не гарантирует хорошей его интерпретации. Применение соответствующих компьютерных программ упрощает работу геоботаника, но еще в большей степени лишает его возможности критически оценивать результаты обработки данных скрытым, по существу, от него способом. Надо согласиться с Г. С. Розенбергом (2007) в том, что «новые успехи фитоценологии следует ожидать не в направлении разработки каких-то новых методов анализа растительности, а в выдвижении новых представлений о структуре и характере динамики растительных сообществ» (с. 111).

Любой науке необходимы исходные концепции и первичные гипотезы, которые бы затем проверялись авторами конкретных работ, подтверждались или опровергались конкретным материалом. Таких в геоботанике существует на сегодняшний день немного, и принципиальными являются две основные рабочие концепции — дискретности растительного покрова и его континуальности. Каждая из них продолжает иметь своих приверженцев, но постепенно приходит понимание двойственной природы растительности.

Та же ситуация наблюдается в отношении классификационных подходов, правда, концептуальный уровень различий здесь с самого начала был гораздо ниже. Прежние страсти утихают, сторонники одного и другого работают в рамках своих критериев и номенклатурных систем, скорее дополняя друг друга, чем противореча, при том, что классификация по-прежнему считается одной из основных задач фитоценологии. Установившийся во многих отношениях плюрализм в науке, о котором так много и с такими большими надеждами говорили в демократические 90-е гг. (Миркин, Наумова, 1998; и др.), сам по себе не порождает ни конкуренции идей, ни их синтеза, и ситуация, скажем так, «олигообразия», тихого параллельного сосуществования 2–3 идей может продолжаться достаточно долго. На этом мирном поле новые идеи, которые могли бы освежить геоботанический разум, также что-то не рождаются.

Концепции важны и на заключительном этапе анализа данных, трактовка которых в системе непротиворечивых теоретических построений — наиболее ответственный, профессиональный и творческий процесс, к которому надо готовить специалиста многие годы на живых примерах разных растительных типов. Высокая общебиологическая, экологическая, географическая и собственно геоботаническая эрудиция — залог успеха. Для геоботаники, как междисциплинарной области знания, это очень важно, и, прежде всего, как возможность поиска нового в иных сферах, использование идей, зародившихся в других науках. Именно эту сильную сторону следовало бы использовать в полной мере, иногда возвращаясь к старым идеям основателей науки, но чаще обращаясь к новейшим достижениям, например, методологически близкой нам социологии.

Удивительно, но даже доминировавшая в 1960–1980-е гг. системная парадигма (системный подход), мало что привнесла в науку, занимающуюся растительными системами, и ее потенциал оказался далеко не использованным. Сложность, целостность, устойчивость фитоценозов остаются важнейшими категориями абстрактных моделей этих систем, но в практической работе все реже (не формально, а по существу) становятся предметом обсуждения, и этому есть свои объяснения, помимо слабой в целом математической подготовки геоботаников. Дело в том, что далеко не всеми осознается в полной мере тот факт, что, используя разные подходы к анализу структуры растительного сообщества, строя разные модели его функционирования или динамики, применяя разные классификации, мы имеем дело (в пределах одной реальности) с разными системами, которые есть суть форма или способ нашего взгляда на этот объект. И в каждом случае мы получаем новый творческий результат, который совершенно не обязательно сравнивать с другим и давать ему оценку «лучше-хуже», и всякий раз мы классифицируем разные системы. Любая новая модель растительной системы в корректной её интерпретации должна обсуждаться и ложиться в общую копилку геоботанических знаний.

Понимаемый таким образом системный подход предполагает, что в каждом случае взаимодействующие элементы фитоценотической системы могут быть отличными друг от друга. Пока же нам (разными авторами и в разное время) при анализе структуры в качестве таковых предлагались отдельные особи растений, виды как некие цельности, ценопопуляции, реже адаптивные (жизненные) формы, а также ярусы, микроценозы, ценоячейки, синузии … Даже при поверхностном анализе этого перечня элементов растительных сообществ, мы можем предполагать, что получим для одного фитоценоза в каждом случае и разные системы. Более пристальный взгляд на этот перечень приводит к заключению, что часть из этого списка в качестве элементов не выдерживает критики (например, жизненные формы), синузии еще не определены однозначно, а изучить сложные системы, состоящие из отдельных особей, никому еще не удавалось. К тому же система предполагает наличие как самих элементов, так и разнообразных связей (взаимодействий) между ними. Это функционирующая и самоорганизующаяся система. Но если можно согласиться с тем, что «реально в сообществе все типы взаимодействия осуществляются одновременно…» (Ипатов, 2007. С. 155), то мысль о том, что они при этом «образуют сплошную (!) систему» (там же), означает признание системного подхода к растительным сообществам в принципе невозможным. Но «сплошных» систем не бывает, а сама система, в современном понимании, это лишь наш взгляд на сообщество как на определенную организованную целостность. Исходная позиция системного подхода состоит в том, что «системы существуют как целое, которое можно затем членить на компоненты. Эти компоненты существуют лишь в силу существования целого» (Дубов и др., 2006). Если наша задача состоит, положим, в создании классификации растительности, то мы будем использовать наиболее ясные и простые структурные показатели, а элементами классифицируемых систем будут виды. Если же мы изучаем динамику сообществ, то предметом анализа становятся иные системы, в которых функционирующими элементами являются, например, популяции (см. работы О. В. Смирновой и ее коллег). Когда нас интересует то, как данное сообщество растений организовано, как функционирует и сохраняет при этом высокую устойчивость, мы вынуждены обращаться к другим системам, с другими элементами и характерными отношениями между ними. На роль таки элементов могут подойти как раз те самые синузии, о которых немного выше мы высказались в несколько скептическом смысле.

Неопределенность и спорность категории «синузия» объясняется именно тем, что использующие их авторы первоначально пытались вычленить эти структуры непосредственно в сообществах, а затем строить системы, где эти выделенности никак не могли выполнять роль элементов абстрактных систем. Периодическое возвращение к этому понятию не случайно, в нем время от времени исследователи (наиболее заметным сторонником синузиального подхода был В. В. Мазинг) находили, а чаще просто чувствовали то, что есть нечто, чего нет в других структурных единицах. Именно такие до поры до времени «темные» места в науке скрывают в себе ее потенциал развития.

Подобно тому, как вид в качестве биологического целого реализует себя в популяции, так вид, представляющий особое экологическое и ценотическое явление, реализует себя в синузиях. Вспомним, что А. А. Корчагин (1976) относил их к элементам экологической структуры сообществ, хотя, по нашему мнению, правильнее говорить об элементах функциональной структуры. Кстати, ценопопуляции можно рассматривать как частный случай одновидовых синузий, но и отдельные возрастные стадии популяции могут рассматриваться в таком же качестве, как обладающие отличными от других стадий качествами. Эти

функциональные элементы системы можно сравнить с группами по интересам в социуме, в которые объединены особи (индивидуумы), имеющие общие требования к среде, при этом одна даже особь, обладая многими свойствами, может входить одновременно в разные синузии (Ганнибал, 2007).

Чтобы в полной мере и достаточно строго использовать скрытые возможности синузиального подхода, следует установить связь между понятиями «жизненная форма» и «синузия», тем самым стараясь наиболее однозначно определить последнее. Так, если жизненная форма есть определенное свойство, которым могут обладать представители разных видов растений, есть определенный тип приспособления, выраженный морфологически, экологически (физиологически) или этологически, то все обладатели этого свойства в пределах одного сообщества собственно и составляют группу, именуемую синузией. Отношения именно между этими формальными структурами могут позволить понять способ функционирование системы. Как и обилие свойств (ниш) каждого вида отвечает множеству жизненных форм, так и обилию жизненных форм отвечает множество синузий. В этом смысле полностью соблюдается одно из основных принципов системы — множественности её описания. Иначе говоря, «для получения адекватного знания о ней требуется построение некоторого класса ее описаний, каждое из которых способно охватить лишь определенные аспекты целостности и иерархичности этой системы» (Дубов и др., 2006). При таком подходе есть большие перспективы поиска аналогий с системами социальными, учета не только материально-энергетических результатов отношений между компонентами системы, но и информационных или сигнальных. Интересные факты подобных связей приводит, например, А. М. Крышень (2007), который в своих исследованиях делает акцент именно на социальные (фитосоциальные) взаимосвязи и обусловленности. Именно в таком подходе при исследовании сообществ, как нам кажется, есть интересные перспективы для развития фитоценологии и геоботаники в целом.

Продолжая эту тему, надо сказать, что данный подход перспективен и в другом отношении, с точки зрения сторонника континуальной концепции организации растительности. Ведь взаимодействие синузий в системе, составляя суть внутренних процессов, которые обеспечивают ее самоорганизацию, отвечают и современным представлениям о сетевых отношениях и так называемых «горизонтальных» связях. Считается, что сетевые структуры создают эффект синергетики, стимулируя творческое (в широком смысле) взаимодействие входящих в него элементов. При таком подходе к растительным сообществам как к системам иерархическим и сетевым одновременно, противопоставление индивидуалистической концепции Раменского–Глизона и концепции ценотической теряет свою остроту. Появляются совершенно новые возможности анализа растительности с использованием, опять-таки, идей и методов социологии, а также информатики.

Еще одной концепцией, открывающей перспективы развития геоботаники, является концепция или даже, как ее иногда именуют, парадигма биологического разнообразия. Хотя сам термин уже успешно освоен авторами геоботанических статей, ее содержательная составляющая также не остается без внимания исследователей, но собственно идеологическая и теоретическая сторона пока используется слабо. Биоразнообразие с недавнего времени входит в перечень фундаментальных понятий, тех условных стратегических целей или наивысших состояний, наравне с максимальной биомассой, самоорганизацией и устойчивостью, к которым стремится сообщество как целое. Кроме того, идеи разнообразия несут в себе свежий взгляд как на реальное многообразие мира и природы вообще, так и на то, что ему должно отвечать и адекватное разнообразие наших восприятий, оценок, моделей систем этого мира.

Оценивая современное состояние геоботанической науки в качестве социального института как кризисное, говоря об определенном застое и значительном снижении активности ее представителей в поиске нового, следует сказать, что потенциал геоботаники далеко не раскрыт, и дальнейшее развитие связано с ее междисциплинарной природой, с идеями, возникающими и разрабатываемыми в смежных областях знаний.

Список литературы

Ганнибал Б. К. 2007. Некоторые проблемы геоботаники в свете современных концепций биологического разнообразия // Актуальные проблемы геоботаники (Всерос. школа-конф.). Ч. 1. Петрозаводск. С. 129–133. — *Дубов В. М., Капустянская Т. И., Попов С. А., Шаров А. А.* 2006. Проблематика сложных систем (концептуальные основы модельных представлений). СПб. 172 с. — *Ипатов В. С.* 2007. Взаимоотношения растений // Актуальные проблемы геоботаники (Всерос. школа-конф.). Лекции. Петрозаводск. С. 145–157. — *Корчагин А. А.* 1976. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. Т. 5. Л. 320 с. — *Крышень А. М.* 2007. К вопросу о механизмах устойчивости и развития растительных сообществ // Актуальные проблемы геоботаники (Всерос. школа-конф.). Лекции. Петрозаводск. С. 157–175. — *Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* 1998. Наука о растительности. Уфа. 412 с. — *Розенберг Г. С.* 2007. Статистические методы в фитоценологии на рубеже тысячелетий // Актуальные проблемы геоботаники (Всерос. школа-конф.). Лекции. Петрозаводск. С. 72–116.

ВКЛАД В. Н. СУКАЧЁВА В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ДЕНДРОЛОГИИ

А. А. Егоров

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С. М. Кирова
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер. 5. E-mail: egorovfta@yandex.ru

Ключевые слова: *В. Н. Сукачёв, дендрология, география растений, систематика растений, лесная геоботаника, лесная типология.*

Дендрология (от *греч*. dendron и logos) — раздел ботаники, изучающий древесные растения. При этом В. Н. Сукачев и его последователи указывают, что дендрология не должна ограничиваться только морфолого-систематическими сведениями, а является синтезом знаний по морфологии, биологии, экологии, систематики, географии и биогеоценологии.

В 1798 г. в России появляется первая сводка о древесных растениях П. С. Палласа «Краткая российская дендрология, или общие правила о российских лесах в пользу любителей лесоводства изданные»; в XIX – начале XX вв. в развитии дендрологии большую роль сыграли русские ученые А. Ф. Миддендорф, К. И. Максимович, Я. С. Медведев, Г. Н. Потанин, Э. Л. Регель и др., немецкие ботаники Л. Байснер и Я. Фитшен, английский ботаник Ч. С. Сарджент, американский флорист и систематик А. Редер и др. Выходят следующие обобщающие сводки по древесным растениям: Э. Л. Регель «Русская дендрология, или перечисление и описание древесных пород и многолетних вьющихся растений…» (1-е изд. в 6 частях, 1871–1882; 2-е изд., 2 части, 1883–1889); Я. С. Медведев «Деревья и кустарники Кавказа» (1883); Ф. П. Кеппен «Географическое распространение хвойных деревьев в Европейской России и на Кавказе» (1885); Э. Л. Вольф, серия «Практическая дендрология» (1891–1993; 4 выпуска); В. М. Пеньковский «Деревья и кустарники как разводимые, так и дикорастущие в Европейской России, на Кавказе и в Сибири» (1901, ч. 1–5).

Научный и педагогический путь Владимира Николаевича Сукачева (1880–1967) начинается в Лесном институте, с которым он оказался непосредственно связан с 1898 по 1947 г. С Лесным институтом связано становление и развитие дендрологии как области знаний. С 1803 г. — года образования Лесного института вначале его слушателям читается ботаника. Но со временем из Ботаники выделяется отдельный курс о древесных растениях — Дендрология. Первое упоминание о дисциплине Дендрология приводится в предметах специального курса лесоводства, правила которого были утверждены 1.04.1861 г.

Сбор растений для проведения занятий приводит к формированию Ботанического кабинета, и на основе его будущим академиком и вице-призедентом РАН И. П. Бородиным формируется кафедра ботаники. Бородин заведует кафедрой 35 лет с 1869 по 1904 г. Он же пишет первый учебник дендрологии в России: «Курс дендрологии, читанный в С. П. Б. лесном институте профессором И. П. Бородиным 1890/1 года» (1891). И уже во всех лесных учебных заведениях России Дендрология читается как самостоятельная дисциплина. Особый вклад в методическое изучение дендрологии вносит садовник и ассистент Э. Л. Вольф, который публикует первые практические пособия на русском языке, хорошо иллюстрированные и частично актуальные до настоящего времени (Вольф 1892а, 1982б, 1908 и др.; Вольф, Палибин, 1904). В Лесном институте с 1901 г. работает Г. Ф. Морозов, создавший Учение о лесе (начало изложения, которого следует отнести к 1902–1903 учебному году, а первое издание выходит в 1912 г.), частью которого является дендролого-лесоводственный труд — «Биология наших лесных пород» (1914). В таком окружение, к которому необходимо отнести еще работы В. В. Докучаева, общение с физиологом Л. А. Ивановым, сменившим И. П. Бородина на посту заведующего кафедрой, формируется научное и педагогическое мировоззрение В. Н. Сукачева. Как отмечает П. Л. Богданов, один из учеников В. Н. «Педагогическую работу он любил и рано начал ею заниматься. И. П. Бородин охотно привлекал его к проведению практических занятий, когда В. Н. Сукачев был еще студентом. Став ассистентом он разрабатывает совершенно новый оригинальный курс «Географическое распространение древесных пород».» (Богданов, 1969: 10). Этот курс с 1906 г. он читает как факультативный, а с 1912 г. — как обязательный по кафедре ботаники.

Понимая необходимость изучения дендрологии в лесных вузах как самостоятельного предмета, В. Н. прикладывает усилия к организации дендрологической кафедры (вначале Систематики растений и дендрологии, потом Дендрологии и систематики растений, Дендрологии, морфологии и систематики растений, ныне — Ботаники и дендрологии). Кроме Лесного института В. Н. Сукачев преподает в других высших учебных заведениях (Липшиц, Работнов, 1950): на Каменноостровских сельскохозяйственных курсах (1907 г., читал лекции по систематике и географии растений), на Стебутовских высших женских сельскохозяйственных курсах (1911 г.), впоследствии, после Великой Октябрьской социалистической революции эти институты были объединены в единый Петроградский сельскохозяйственный институт, в котором В. Н. также состоял профессором; в Географическом институте (1918–1925), а после слияния упомянутого института с Ленинградским университетом он был профессором и заведующим кафедрой геоботаники этого университета (1925–1941 гг.). С 1918 по 1939 г. В. Н. заведовал отделением Дендрологии и селекции лесных пород в Лесном отделе сельскохозяйственного Ученого комитета, впоследствии — сектор Селекции и интродукции древесных пород Центрального научно-исследовательского

института лесного хозяйства (ныне — Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства — СПбНИИЛХ).

В своих основных учебных работах по Дендрологии (Сукачев, 1928а; Дендрология…, 1934, 1938) В. Н. Сукачев отмечает, что обычно под дендрологией понимают систематику древесных пород, тогда как разработанное им издание содержит «помимо систематики и морфологии древесных пород, характеристику их экологических и фитосоциологических свойств и их географического распространения и распределения» (Сукачев, 1928а: предисловие). В этих изданиях вопросам экологии древесных пород уделено ровно столько внимания, сколько это нужно было для выявления их фитосоциологических и географических аспектов. Еще в 1921 г. В. Н. в работе «Очередные задачи русской дендрологии» (1922) указывал, что систематика в дендрологии должна использовать географо-экологический и эколого-морфологический методы, анализировать внутривидовые систематические единицы: подвиды, расы, формы; устанавливать генетические взаимоотношения между «мелкими» таксономическими единицами и выяснять филогению наших древесных пород.

В этой же публикации В. Н. Сукачев (1922: 48) обратил внимание, что лесоводы в своей практической работе оперируют такими понятиями, как «ель», «лиственница» и прочее — не различают не то, что внутривидовые единицы, а даже и хорошо различимые виды, которые отличаются своими экологическими свойствами: «*Betula pubescens* Ehrh. и *B. verrucosa* Ehrh., или *Larix eurapae* DC. и *L. sibirica* Led.», «*Picea excelsa* и *P. obovata*». А ведь лесовод для назначения лесохозяйственных мероприятий должен в первую очередь учитывать лесоводственные и экологические свойства хотя бы значимых древесных пород. К сожалению, эта ситуация остается и в настоящее время и не только в лесном, но и садово-парковом хозяйстве. Как показал наш опыт совместной работы с преподавателями других кафедр (исключая только кафедры ботаники и дендрологии) Санкт-Петербургской Лесотехнической академии, инженерами лесоустройства, а также при выполнении научно-производственных работ в городских зелёных насаждениях, в их работе и производственных материалах часто приводятся сведения о категориях родового ранга, без разделения, например, ели на *Picea abies* (L.) Karst. и *P. obovata* Ledeb., липы на *Tilia cordata* Mill. и *T. platyphyllos* Scop., лиственницы на многочисленные виды, а также использования для кустарников таких названий как «боярышник», «спирея», «жимолость», «дерен» и т. п. При этом, несомненно, что таксоны, объединенные этими названиями, обладают различными экологическими свойствам. Например, наши исследования показали, что близкородственные виды имеют разную зимостойкость, отличаются по фенологии и газостойкости — по свойствам которые необходимо учитывать при интродукции в городской среде и при создании лесных культур определенного района.

В ряде дальнейших работ — «Акклиматизация и дендрологическое изучение древесных пород как задача лесного опытного дела» (1925), «Основные установки селекции лесных древесных пород в условиях советского лесного хозяйства» (1933), «Проблема преодоления времени в лесоводстве и роль древесных пород в её разрешении» (1934) и др., В. Н. Сукачев продолжает развивать поставленные ранее задачи дендрологии в области акклиматизации, селекции древесных растений, значимых для лесного хозяйства.

В. Н. уделяет внимание и практической работе с древесными растениями. В Ботаническом саду Лесного института (создан в 1827 г.) в 1924 г. он организует специальный питомник — «ботанический сад» как его тогда называли для испытания различных древесных растений, перспективных для агролесомелиорации. А в нижней части парка — создает Салицетум из ив, своей селекции и селекции Э. Л. Вольфа.

Обзор систематических работ по древесным растениям достаточно широко освещён С. Ю. Липшицем и Т. А. Работновым (1950) в статье, посвященной 70-летию со дня рождения В. Н. Сукачева. Поэтому здесь только кратко перечислю объекты его исследования. В статье «О болотной сосне» (1905) выделяет 3 формы болотной сосны: *Pinus silvestris* L. f. *sphagnicola* Rupr., *P. silvestris* L. f. *Willkommi* и *P. silvestris* L. f. *Litwinovi* Sukacz. В 1906 г. В. Н. в заметке «О новой для Крыма сосне» по сборам В. И. Станкевича описывает новый таксон, найденный близ Судака в Судакской казенной даче — *Pinus Pityusa* Stev. var. *Stankewiczi* Sukacz. При систематике сибирских берез В. Н. придерживается географо-морфологического метода, и вид понимает как «географическую расу». В статье «К систематике сибирских берез» (1911) виды кустарниковых сибирских берез, сгруппированы в два «ряда» — *Fruticosae* и *Nanae,* среди последних описана *Betula exilis* Sukacz. (близкая к *Betula nana* L.). В статье «О *Betula pubescens* Ehrh. и близких к ней видах в Сибири» (1916) В. Н. описывает «ряды» сибирских берез *Verrucosae, Pubescentes, Tianschanicae*. «Упомянутые две работы явились этюдами к предпринятой В. Н. обработке семейства *Betulaceae* для «Флоры Сибири и Дальнего Востока», которая, к глубокому сожалению, в целом не была окончена и опубликована» (Липшиц, Работнов, 1950: 12). В 1924 г. выходит статья В. Н. «К истории развития лиственниц» с предварительной монографической обработкой рода *Larix*. В. Н. отмечает, что изучение этого рода, как наиболее распространенного в Азиатской части СССР, имеет важное значение. В статье «О двух новых ценных для лесного хозяйства древесных породах» (1931) приводит описание двух новых видов лиственниц с Дальнего Востока — *Larix maritima* Sukacz. и *Larix Lubarskii* Sukacz. Проведя ряд селекционных опытов и наблюдений в созданном Салицетуме В. Н. публикует работы по некоторым хозяйственно ценным видам: «Из работ по селекции ивы» (1934) и «Работы по селекции ивы» (1939).

Осознавая отсутствие определителя, охватывающего даже практически важные древесные растения СССР, В. Н. в соавторстве готовит «Определитель древесных пород» (1940), и осуществляет над ним общую редакцию. В предисловии к определителю он пишет, что работники в лесном хозяйстве и в зеленом строительстве в практической деятельности, а также студенты часто сталкиваются с растениями в нецветущем состоянии, а имеющиеся определители (Вольф 1892а, 1892б, 1908; Овсянников, 1901, 1925, 1929, 1931, 1934; Вольф, Палибин, 1904; Турский, Яшнов, 1908) уже достаточно устарели и затрагивают только часть выявленных требований. Новый «Определитель…» (1940) позволяет проводить определение важных в лесоводственном, лесомелиоративном и декоративном отношении дикорастущих и культивируемых древесных растений в безлистном состоянии, по семенам, по всходам, по древесине и по коре. Такой подход сохраняется в дальнейшем при составлении определителей для лесных учебных заведений (Андронов, 1969, 1974; Андронов, Богданов, 1970; Чепик, 1985).

«Нет сомнения, что все меры по поднятию лесного хозяйства, которые стоят на очереди, должны базироваться на научных данных. Только это гарантирует, что все силы и средства будут затрачены наиболее целесообразно. В ряде наук, которые являются основными для лесного хозяйства и которые в данном случае должны быть привлечены к этому делу, определенное место принадлежит дендрологии.» (Сукачев, 1922: 46) — так начинается уже выше приведенный труд, и далее В. Н. отмечает, уже с точки зрения ученого, мыслящего масштабно и хозяйственно, что изучение ареалов древесных пород позволит разделить территорию страны на «однородные в естественно-историческом отношении районы» (Сукачев, 1922: 52), а вся лесокультурная и агрономическая работа должна проходить в этих районах, а также в этих районах целесообразно организовать сеть опытных учреждений (станций, лесничеств и т. п.). Как отмечает В. Н., географы при разделении территории на естественноисторические районы давно пользовались данными по распространению древесных пород, и в 1893 г. в Вене на собрании международного союза лесных опытных учреждений было отмечена важность установления географического распространения древесных растений.

Если имя В. Н. связывают с зарождением и становлением новой дендрологии, то с именем его ученика — С. Я. Соколова, который продолжил развитие дендрологии в не меньшей степени, чем сам учитель, — наполнение дендрологии современным содержанием (Связева, 2007, из личного архива: по рукописи Н. Е. Булыгина). С. Я. Соколов, работая на кафедре дендрологии первоначально занимался исследованиями в области лесной типологии, но позднее уже работая в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН является редактором и автором энциклопедических изданий «Деревья и кустарники СССР» (Т. 1–6, 1949–1962 гг.), «География древесных растений СССР» (1965), «Ареалы деревьев и кустарников СССР» (Т. 1–3, 1977–1986), названия которых говорят сами за себя, а масштаб и монографическая обработка, включившая в себя около 5000 видов древесных растений, почти не имела себе равных в мире.

Важным моментом в становлении новой дендрологии оказали работы В. Н. Сукачева в области фитоценологии и геоботаники, лесной биогеоценологии и лесной типологии, географии растений. При чтении курса по дендрологии В. Н. Сукачев ломает классическое изложение дисциплин по систематике растений, насыщает его основами экологии растений, фитоценологии, географии растений (Сукачев, 1928б). Содержание учебника по «Дендрологии…» (1938) напоминает больше введение в лесную геоботанику: глава 1. Понятие об экологических факторах; глава 2. Вид и ареал в их взаимоотношении; глава 3. Основы фитоценологии; глава 4. Распределение растительности на земном шаре и деление СССР по растительному покрову; глава 7. Обобщенная схема типов леса; главы 5, 6, 9, 10 и 11 посвящены древесным растениям и лесам природных районов СССР; пожалуй, только глава 8 (Главнейшие экзоты лесной и степной зон) является классической дендрологической. В последующих учебниках Дендрологии, выпущенных последователями В. Н. Сукачева в Ленинградской (затем Санкт-Петербургской) Лесотехнической академии этот общий стиль теряется, и изложение в целом возвращается к классическому (Богданов, 1974; Булыгин, 1985, 1991; Булыгин, Ярмишко, 2000, 2001, 2003, 2010). Конечно, в этих учебниках при характеристике видов указана роль растений в растительном покрове, естественный и культигенный ареалы, хозяйственное значение, в них даже расширено даны биологические особенности, а в последних учебниках — фенологические особенности. Геоботаническая насыщенность учебника «Дендрология…» (1934, 1938) ощущается почти на каждой странице. Например, В. Н. Сукачев в параграфе о ели (из главы, посвященной темнохвойным лесам) приводит геоботаническую характеристику типов леса в составе следующих групп типов леса: ***Piceeta hylocomiosa*, *P. polytrichosa*, *P. sphagnosa*, *P. uliginoso–herbosa*, *P. composita***; приводит схему эдафо-фитоценотических рядов типов еловых лесов. В лесном хозяйстве практическое значение типа леса велико, так как позволяет для группы сходных сообществ — типов леса назначать сходные мероприятия. Руководства по изучению типов леса (Сукачев, 1930; Сукачев, Зонн, 1961; и др.), глава «Обобщенная схема типов леса» (Сукачев, 1938) и др. являются руководством к действию в лесном хозяйстве по делению лесов на типы леса. В общем-то, этот подход принимается лесоводами, лесоустроителями при описании лесной растительности, но как оказалось знание характерных растений и растений-индикаторов для установления типов леса требует больше ботанических знаний, чем владеет лесовод и инженер-таксатор.

Разработанная в Ленинградском научно-исследовательском институте лесного хозяйства (ныне — СПбНИИЛХ) под руководством В. Н. Федорчука классификация лесных экосистем на основе экологических и производственных принципов (Федорчук и др., 2005), в 1990-х гг. была использована при лесоустройстве Северо-Западным государственным лесоустроительным предприятием ФГУП «Севзаплеспроект» (СЗЛП, ныне является филиалом ФГУП «Рослесинфорг»). Однако ввиду необходимости знать группы индикаторных видов, необходимости делать почвенные прикопки, измерять торф, предложенный подход не прижился, и на следующий год лесоустройство шло с использованием разработанной ранее схемы типов леса.

Совместные изыскания автора публикации и лесоустроительной партии в 2000–2001 гг. на Карельском перешейке показали ряд недостатков используемой схемы типов леса СЗЛП, которые были изложены в совместной публикации (Нешатаев, Егоров, 2003). Сравнение двух классификаций показало ряд недостатков. В схеме СЗЛП группа типов леса черничная объединяет типы леса из разных групп в смысле В. Н. Сукачёва. Например: ***Piceeta hylocomiosa*, *P. polytrichosa*, *P. sphagnosa*** с доминированием черники относится к черничной группе типов леса СЗЛП.

Выявленные недостатки схемы типов леса СЗЛП можно обобщить следующим образом: 1) недостаточная проработка диагностических признаков производных типов леса и типов вырубок, что может привести к неправильному выбору целевой породы (ель-сосна), выбору способа гидротехнической мелиорации и реконструкции осушительных систем и т. п.; 2) выделение излишних типов леса (вересковый, лещиново-липовый, долгомошный), слабо очерченных экологически; 3) отсутствие определителя. В то же время классификация СПбНИИЛХ, основываясь на научном подходе, на прагматичности по отношению к экологии леса и в назначении лесоводственных мероприятий, имеет преимущества при проектировании охраны лесных экосистем и при оценке запасов недревесных растительных ресурсов, так как ее синтаксоны гораздо лучше очерчены флористически и экологически.

На принятие новых подходов в изучении дендрологии, а также других направлений, развиваемых В. Н. и их широкому распространению, оказали его педагогические способности. Как вспоминают ученики В. Н., читал он лекции ясно, интересно, иллюстрируя их результатами личных исследований, исследованиями русских учёных, примерами из практики (по: Богданов, 1955). Во время лекций он ходил между рядами и задавал стимулирующие научное мышление вопросы по только что изложенному материалу, например: «а, что Вы думаете об этом определении типа леса Каяндера?» (по: Карпов, 1986: 75). В. Н. хорошо знал студентов, у которых преподавал, интересовался их направлением исследований, советовал. Вообще, В. Н. своими новыми научными взглядами, четкой постановкой вопросов, постоянным научным поиском, объективной критикой, практическим опытом привлекал и вовлекал в научную деятельность молодежь. Его ученики и сподвижники вспоминают, что он на протяжении всей своей жизни интересовался их достижениями, давал советы.

Завершая необходимо отметить, что В. Н. делает существенный вклад в развитие дендрологии, как науки синтеза смежных дисциплин — ботаники, фитоценологии, географии, почвоведения, экологии, определяя направления развития и конкретные задачи, которые были восприняты научным сообществом, но не полностью вошли в практику лесоводства, лесного хозяйства и другие практические направления дендрологии.

Список литературы

Андронов Н. М. 1969. Определитель хвойных пород / Под ред. П. Л. Богданова. Л. 48 с. — *Андронов Н. М.* 1974. Определитель древесных растений по листьям. Л. 124 с. — *Андронов Н. М., Богданов П. Л.* 1970. Определитель древесных растений по побегам и почкам. Л. 55 с. — *Богданов П. Л.* 1955. Академик Владимир Николаевич Сукачев, его педагогическая, научная и общественная деятельность (к 75-летию со дня рождения) // Техническая информация по результатам научно-исследовательских работ Ленингр. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова. № 35–36. Л. С. 5–30. — *Богданов П. Л.* 1974. Дендрология. М. 240 с. — *Бородин И. П*. Курс дендрологии, читанный в С. П. Б. лесном институте профессором И. П. Бородиным 1890/1 года. Спб.: Тип. А. Ф. Штольценбурга, 1891. 86 с. (Библиогр.: «Обзор дендрологической литературы» (с. 5–13). — *Булыгин Н. Е.* 1985. Дендрология. Л. 280 с. — *Булыгин Н. Е.* 1991. Дендрология. Л. 352 с. — *Булыгин Н. Е., Ярмишко В. Т.* Дендрология. СПб. 2000. 528 с.; 2-е изд. М. 2001, 2003. 528 с.; 3-е изд. М. 2010. 527 с. — *Вольф Э. Л.* 1892. Деревья и кустарники в зимнем состоянии (Практическая дендрология) / Под ред. В. Я. Добровлянского. СПб. 78 с. — *Вольф Э. Л.* 1892. Листва деревьев и кустарников дикорастущих и разводимых (Практическая дендрология) / Под ред. В. Я. Добровлянского. СПб. 157 с. — *Вольф Э. Л.* 1908. Определитель по почкам лиственных древесных пород с опадающей листвой. СПб. 116 с. — *Вольф Э. Л., Палибин И. В.* 1904. Определитель деревьев и кустарников Европейской России, Крыма и Кавказа по листьям и цветам. СПб. 642 с. — *Дендрология* с основами лесной геоботаники. 1934. / Под ред. В. Н. Сукачева. Л. 614 с., 3 л. карт. — *Дендрология* с основами лесной геоботаники. 1938. / Под ред. В. Н. Сукачева. 2-е изд. Л. 574 с., 2 л. карт. — *Карпов В. Г.* 1986. Мои встречи и совместная работа с Владимиром Николаевичем Сукачевым // Владимир Николаевич Сукачев: Очерки, воспоминания современников. Л. С. 74–96. — *Липшиц С. Ю., Работнов Т. А.* 1950. Владимир Николаевич Сукачев как ботаник, педагог и научно-общественный деятель (к 70-летию со дня рождения) // Бюлл. МОИП. Отд. биологии. Т. 55. № 4. С. 3–27. — *Нешатаев В. Ю., Егоров А. А.* 2003. Сравнение двух типологических классификаций лесов Ленинградской обл. // Ботанические исследования в азиатской России: Матер. XI съезда РБО (18–22 августа 2003 г., Новосибирск–Барнаул). Том 2. Барнаул. С. 426–428. — *Овсянников В. Ф.* 1901. Хвойные породы. 2-е изд. М. 1934. 175 с. — *Овсян-*

ников В. Ф. 1925. Лиственные породы. 296 с.; 2-ое изд. 1929. 323 с.; 3-е изд. Владивосток. 1931. 376 с. — *Определитель* древесных пород. 1940. / Под общ. ред. В. Н. Сукачева. Л. Гослестехиздат. 496 с. — *Связева О. А.* 2007. Сергей Яковлевич Соколов, 1897–1971 / Отв. ред. В. И. Грубов, Ю. С. Смирнов. М. 158 с. — *Сукачев В. Н.* 1922. Очередные задачи русской дендрологии // Тр. Всерос. лесной конф. (10–17 ноября 1921 г., Москва). М. С. 46–58. — *Сукачев В. Н.* 1928а. Лесные породы. Систематика, география и фитосоциология их. Ч. 1. Хвойные. Вып. 1. М. 81 с. — *Сукачев В. Н.* 1928б. Программа курса дендрологии и географии растений // Программа курса. Ленинградский лесной институт. Лесохозяйственный факультет. Л. 11 с. — *Сукачев В. Н.* 1930. Руководство к исследованию типов леса. Изд. 2-е. М.: Л. 318 с. — *Сукачев В. Н., Зонн С. В.* 1961. Методические указания к изучению типов леса. Изд. 2-е. М. 144 с. — *Турский М. К., Яшнов Л. И.* 1908. Определение древесины, ветвей и семян главнейших древесных и кустарниковых пород по таблицам. Изд. 3-е. М. 148 с. — *Федорчук В. Н., Нешатаев В. Ю., Кузнецова М. Л.* 2005. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб. 328 с. — *Чепик Ф. А.* 1985. Определитель деревьев и кустарников. М. 232 с.

КАЗАНСКАЯ ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ШКОЛА: ОСНОВНЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ, ПРИНЦИПЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Е. Л. Любарский

Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: Evgeny.Lyubarsky@ksu.ru

Ключевые слова: *Казанская геоботаническая школа, развитие, принципы, перспективы.*

В 60–70-е гг. XIX в. в Казанском императорском университете начинает формироваться казанская геоботаническая школа, предшественниками которой были, как считает М. В. Марков (1980), Н. Ф. Леваковский и П. Н. Крылов, а основоположниками — С. И. Коржинский и А. Я. Гордягин.

Возглавивший в 1867 г. кафедру ботаники профессор Н. Ф. Леваковский проводит цикл экспериментальных исследований взаимоотношения растений, изучает значение скорости поглощения семенами влаги из почвы для успешности их в конкурентной борьбе, исследует влияние внешней среды на процессы изменчивости растений. Фактически он заложил основы экспериментальной фитоценологии. Н. Ф. Леваковский, возглавлявший кафедру ботаники по 1888 г., привлек к ботаническим исследованиям в Казанском университете многих выдающихся молодых ученых, в том числе Н. П. Крылова, С. И. Коржинского, А. Я. Гордягина.

Н. П. Крылов, работавший с 1870 по 1885 г. в Ботаническом саду Казанского университета, в работе «Материалы к флоре Пермской губернии» (1876, 1881, 1882, 1885)[1] предложил понятие «Растительная область» и выделил и охарактеризовал естественно-географически и флористически в Пермской губернии 4 растительные области: 1) альпийскую, 2) каменистую, 3) лесную, 4) лесо-степную.

С. И. Коржинский в своем труде «Северная граница черноземно-степной области восточной полосы Европейской России в ботанико-географическом и почвенном отношении» (1888, 1891) и других опубликованных работах сформулировал основные теоретические положения, на основе которых в дальнейшем развивалась не только казанская геоботаника, но в значительной мере и вся российская геоботаника. Он придает большое значение конкурентным отношениям между растениями, вводит и обосновывает понятие «Растительная формация», предлагает принципы классификации растительных формаций, объединяя родственные формации в фации, выделяет в Казанской губернии три фации: лесную, степную, озерно-речную, объясняет положение границы между лесом и степью борьбой между ними, в результате которой, как он считает, лес постепенно наступает на степь. С. И. Коржинский изучает эндо- и экзогенные смены формаций, всесторонне рассматривает особенности формирования растительности заливных лугов.

Основная работа А. Я. Гордягина «Материалы для познания почв и растительности Западной Сибири» (1900, 1901) также оказала значительное влияние на развитие геоботанических исследований в России. А. Я. Гордягин первый в России стал использовать статистические методы в геоботанических исследованиях. В 1921 г. он опубликовал сводку «Растительность Татарской Республики», в которой рассмотрел многие узловые вопросы геоботаники как науки о растительном покрове и дал прекрасное описание растительности местного края. И С. И. Коржинский, и А. Я. Гордягин изучали растительность в тесной связи с почвами и стремились связать свою научную деятельность с решением практических задач. Эти подходы в дальнейшем стали характерными для всех последователей казанской геоботанической школы — основного направления кафедры ботаники Казанского университета.

В начале XX в. вокруг А. Я. Гордягина организуется круг «старшего поколения» его учеников, многие из которых в дальнейшем стали крупными учеными: Н. А. Буш, Б. А. Келлер, В. Р. Заленский, В. И. Талиев, И. И. Спрыгин, Д. Е. Янишевский, В. И. Смирнов. Они активно исследовали растительность Европейской России, а позднее — Западной Сибири и Забайкалья. Большинство из них затем уехали из Казани. По возвращении А. Я. .Гордягина в 1914 г. в Казань из Саратова, где он работал в 1909–1914 гг. в Саратовском

[1] Упомянутые здесь и далее работы в список литературы не включены.

университете, вокруг него формируется вторая, «средняя», группа его учеников, многие из которых также в дальнейшем стали известными учеными: А. Я. Пономарев, В. И. Баранов, В. А. Крюгер, И. Г. Бейлин, В. И. Иванов и др. И, наконец, после 1917 г. в процессе территориальных геоботанических исследований вокруг А. Я. Гордягина сформировалось третье, «младшее», поколение его учеников: М. В. Марков, Л. Н. Васильева, В. С. Порфирьев, В. Д. Авдеев, В. С. Корнилова, Г. А. Благовещенский, С. А. Маркова, А. Д. Плетнева-Соколова, Н. М. Кузнецова, М. И. Замараева (Фирсова) и др. Наиболее крупными фигурами, надолго связавшими свою жизнь с кафедрой ботаники (в 1945–1964 гг. временно разделявшейся на две кафедры: 1) геоботаники и 2) систематики растений) Казанского университета стали профессора М. В. Марков и В. И. Баранов.

В. И. Баранов, окончив в 1914 г. Казанский университет, некоторое время работал в нем на кафедре ботаники и проводил геоботанические исследования луговой растительности в Казанской губернии, а с 1918 по 1932 г., обучаясь в аспирантуре в Томском университете и затем работая в Омском сельскохозяйственном институте и в Пермском университете, участвовал в почвенно-геоботанических обследованиях обширных территорий в Западной Сибири, в Восточном Алтае и в Западной Монголии. Вернувшись в 1932 г. на кафедру ботаники Казанского университета в качестве заведующего кафедрой, он в дальнейшем проявил большой интерес к палеоботаническим исследованиям, которые завершились в 1959 г. изданием капитального труда В. И. Баранова «Этапы развития флоры и растительности в третичном периоде на территории СССР».

М. В. Марков в 1925–1929 гг. руководил геоботаническими исследованиями в Закамских районах Татарской АССР, результаты которых позже были опубликованы в его работе «Лес и степь в условиях Закамья» (1935, 1939).

Большой интерес представляет «луговой цикл» исследований М. В. Маркова и его учеников. В 1939 г. М. В. Марков защитил докторскую диссертацию «Природные условия развития растительности в пойме р. Волги», в которой нашло отражение дальнейшее развитие теоретических и методических основ казанской геоботанической школы. Причины, определяющие состав и строение луговых фитоценозов, он выясняет на основе анализа условий местообитания и экологии слагающих фитоценоз видов растений. В этой работе предлагаются понятия «местоположение», «местообитание», «экологический объем местообитания», «видовая емкость местообитания» и др. В 1946 г. он опубликовал книгу «Луга Татарской АССР». Перед затоплением в связи с созданием Куйбышевского водохранилища пойм Волги и Камы в пределах ТАССР кафедрой геоботаники было проведено широкомасштабное геоботаническое обследование растительности этих пойм. В 1955 г. вышла крупная монография М. В. Маркова (с сотрудниками) в 2 частях «Флора и растительность пойм рек Волги и Камы в пределах Татарской АССР», в этой коллективной монографии описана луговая и древесно-кустарниковая растительность в пойме Волги и Камы. В 1959 г. опубликована работа Е. Л. Любарского «Луга в пойме р. Меши», в которой не только отразились идеи его учителя М. В. Маркова, но были проведены эксперименты по удобрению лугов, в том числе и по удобрению лугов с самолета, предложена научно обоснованная схема многолетней динамики растительности в пойме Меши в связи с постепенным вертикальным нарастанием поймы, создана геоботаническая карта поймы р. Меши.

В. С. Порфирьев, крупнейший специалист в области лесной геоботаники, изучает лесную растительность Татарской АССР и ее многолетнюю динамику.

М. В Марков, считающийся одним из основоположников науки агрофитоценологии, вместе со своими учениками (Т. Н. Добрецовой, А. С. Казанцевой, Т. А. Терехиной, В. В. Туганаевым и др.) опубликовал большую серию работ в области агрофитоценологии, в том числе выпустил учебник «Агрофитоценология».

М. В. Марков составил «Карту растительности Татарской АССР» (1943), опубликовал книгу «Растительность Татарской АССР» (1948), учебник «Общая геоботаника» (1962), сводку «Ботаника в Казанском университете за 175 лет» (1980). Очень большое внимание М. В. Марков и его ученики уделяют стационарным и экспериментальным исследованиям, связанным с изучением взаимотношений между растениями, влияния подтопления на растения (М. В. Марков, Ю. З. Кулагин, Н. М. Куликова), экологии растений различных жизненных форм, популяционной экологии растений, изучением агрофитоценозов. М. В. Марков был организатором первых в своем роде Всесоюзных совещаний в Казани: по вопросам экспериментальной геоботаники в 1962 г. и по вопросам агрофитоценологии в 1967 г.

С конца 1950-х гг. под руководством Е. Л. Любарского проводится большой цикл исследований экологии вегетативно-подвижных растений и их роли в растительных сообществах. В 1967 г. выходит монография Е. Л. Любарского «Экология вегетативного размножения высших растений», посвященная изучению вегетативно-подвижных растений. В этой работе обоснована ведущая роль режима влажности почвы в распространении длиннокорневищных и наземно-ползучих растений, экспериментально выявлен статистически выраженный эко- и фитотропизм плагиотропных корневищ, введены понятия «вегетативный однолетник», «живой возраст» и др., предложена оригинальная схема эволюции жизненных форм травянистых растений, с помощью метода меченых атомов выявлена степень физиологической связи между отдельными участками плагиотропного корневища, изучено анатомическое строение корневищ и ползучих побегов, изучено распределение и динамика питательных веществ в корневищах и др.

Начиная с 60–70-х гг. XX в. на кафедре ботаники развертываются популяционно-экологические исследования, в процессе которых изучается структура и динамика ценопопуляций однолетних и малолетних растений (С. А. Маркова, Т. Н. Добрецова, А. С. Казанцева, М. Вит. Марков, С. Е. Любарский и др.) и вегетативно-подвижных растений (Е. Л. Любарский, Т. Н. Добрецова, В. И. Полуянова и др.), разрабатываются теоретические и методические аспекты популяционной ботаники. Нами (Любарский, 1976 и др.) разработаны принципы и методы морфоструктурного и пространственно-структурного анализа ценопопуляций и на примере вегетативно-подвижных растений выявлены высокий полиморфизм особей и высокая положительная асимметрия в распределении признаков особей, преобладание высоких корреляций между признаками. Выявлена зависимость вегетативного размножения и вегетативной подвижности растений от плотности ценопопуляции. Выявлено и изучено явление морфоструктурной конвергенции ценопопуляций. Предложен оригинальный метод популяционного поля для изучения пространственного размещения ценопопуляции, экспериментально изучен механизм эквифинального приведения ценопопуляции к оптимальной плотности и ее поддержания, рассмотрены проблемы устойчивости ценопопуляции и фитоценоза. Нами предложен ряд оригинальных коэффициентов и шкал для анализа структуры ценопопуляций и условий их местообитания. В 1976 г. опубликована работа Е. Л. Любарского «Ценопопуляция и фитоценоз».

В наших исследованиях затрагиваются проблемы промышленной ботаники (Е. Л. Любарский, И. Ю. Никитин), рассматриваются проблемы теоретической экологии и фитоценологиии, теория эколого-экономическтих систем, проблемы классификации и экологической и динамической ординации растительных сообществ. Кафедрой ботаники постоянно проводятся и территориальные геоботанические обследования растительности в Татарстане, Бурятии, Удмуртии и других регионах.

Казанские ботаники выпустили ряд определителей: «Определитель растений Татарской АССР» (1979), «Определитель лишайников Татарской АССР» (Н. В. Малышева, А. Г. Смирнов, 1982), «Краткий определитель листостебельных мхов Татарской АССР (Н. П. Арискина, 1978), флористическая сводка «Сосудистые растения Татарстана (О. В. Бакин, Т. В. Рогова, А. П. Ситников, 2000) и др. В 1995 г. вышла в свет «Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы», в 2006 г. — ее второе издание. При участии казанских ботаников был подготовлен и опубликован в 1998 г. «Реестр ООПТ Республики Татарстан», в 2007 г. вышло его второе издание.

В процессе развития казанской геоботанической школы постепенно сформировались ее основные принципы и характерные особенности:

1. Изучение растительности в тесной связи с изучением почвенных условий
2. Связь научных исследований с решением практических задач.
3. Активное применение математических методов исследования.
4. Приверженность к доминантно-флористической классификации растительных сообществ как наиболее адекватной существу классифицируемых объектов.
5. Использование методов экологической и динамической ординации растительных сообществ.
6. Постоянный интерес к изучению взаимоотношений между растениями в растительном сообществе.
7. Всестороннее изучение ценотических популяций растений, слагающих растительное сообщество.
8. Развитие экспериментальной фитоценологии.
9. Интерес к истории самой казанской геоботанической школы.

В последние десятилетия возможности казанской геоботанической школы расширились за счет создания в Казанском университете экологического факультета и за счет внедрения выпускников кафедры ботаники в вузы и НИИ Поволжья и других регионов. На экологическом факультете Казанского университета ученица В. С. Порфирьева Т. В. Рогова со своими сотрудниками при проведении флористических и геоботанических исследований активно применяет оригинальные новые подходы и технологии и электронную технику.

Основные направления современных исследований, традиционные для казанских ботаников, сохраняются, расширяются и углубляются.

Список литературы

Марков М. В. 1980. Ботаника в Казанском университете за 175 лет. Казань. 104 с.

ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРОФЕССОРА В. В. БЛАГОВЕЩЕНСКОГО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Н. С. Раков, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор

Институт экологии Волжского бассейна РАН
445003, Тольятти, ул. Комзина, 10. E-mail: ievbras2005@mail.ru

Ключевые слова: *растительность, Среднее Поволжье, В. В. Благовещенский.*

В. В. Благовещенский, известный исследователь растительного покрова Среднего Поволжья, после демобилизации и возвращения с фронта, по направлению Министерства просвещения РСФСР приезжает на работу в Ульяновский государственный педагогический институт (ныне педагогический университет — УлГПУ). Молодой кандидат биологических наук (защита кандидатской диссертации на тему «Растительные отношения на Клинско-Дмитровской гряде» состоялась в первые дни Великой Отечественной войны в МГУ), по наказу своего научного руководителя В. В. Алехина, приступает к изучению растительного покрова растительности центральной части Приволжской возвышенности, имеющей принципиальное значение для понимания исторических процессов становления растительного покрова Русской равнины. Здесь В. В. Благовещенский около 50 лет проводит геоботанические, флористические и фиторесурсоведческие исследования.

Центральная часть Приволжской возвышенности занимает правобережные территории Ульяновской и Самарской (включая Жигули), северную часть Саратовской областей, южную часть Республики Татарстан, а также восточную часть Пензенской области. Здесь происходили основные тектонические процессы, приведшие к возникновению Приволжской возвышенности около 30 млн лет назад. В дальнейшем ее поверхность формировалась в результате взаимосвязанных процессов тектоники и денудации.

Согласно разработанного учения о поверхностях выравнивания А. П. Дедкова, в отношении Приволжской возвышенности следует, что первоначально она представляла собою высоко приподнятое дно древнего (палеоценового) моря и была сложена сцементированным песчаным материалом (крупные глыбы сливного песчаника сохранились сейчас в ур. Скрипинские Кучуры Теренгульского р-на). В то время преобладали каменистые субстраты, на которых росли неприхотливые и светолюбивые хвойные деревья (это были кипарисовые и теплолюбивые сосны). Это подтверждается наличием в палеогеновых отложениях большого количества окаменелых древесин и даже целых древесных стволов. Примером может служить так называемое «баевское дерево» в Кузоватовском р-не, относящееся к роду *Cupressinoxylon* (Благовещенский, Громыко, 1994; Благовещенский, 1997). Таких окаменелых древесин найдено много в других районах Ульяновской области — Барышском, Инзенском, Павловском и Сызранском р-не Самарской области.

К началу среднего миоцена тектоническое поднятие Приволжской возвышенности закончилось и началось выравнивание поверхности в результате денудационных процессов — возникло верхнее плато. В это время поверхность Приволжской возвышенности была довольно однородной, покрытой мощными песчано-каменистыми отложениями палеогена.

Новое тектоническое поднятие в конце миоцена и первой половине плиоцена и последующее длительное опускание Приволжской возвышенности оживили денудационные процессы, что привело к формированию более низких поверхностей выравнивания — среднего и нижнего плато, получивших наибольшее распространение на Приволжской возвышенности (в особенности — среднее плато). Следствием этого процесса стал выход на дневную поверхность более древних отложений — верхнемеловых (преимущественно карбонатных), нижнемеловых и, реже, юрских и пермских. В результате появления большого разнообразия субстратов на Приволжской возвышенности сложилась другая экологическая ситуация, что привело к резкому обогащению флоры и увеличению разнообразия растительности. Получила распространение кальцефильная флора, и к этому времени относится образование меловых сосняков. С одной стороны, здесь распространяются представители умеренной и даже холодостойкой флоры, с другой — в связи с формированием степей на Приволжскую возвышенность проникают многочисленные степные виды, что привело к возникновению степей на участках, где отсутствовали лесорастительные условия.

В четвертичное время центральная часть Приволжской возвышенности никогда не покрывалась ледниками, хотя последние оказывали определенное влияние на климат и создавали новые местообитания для растений в виде древних ложбин стока, как в Сурском р-не.

Доказано, что Приволжская возвышенность была одним из рефугиумов флоры во время ледниковых периодов. Так, на Ундорских горах сохранялся дуб со своими спутниками, липа, сосна; здесь сохранился такой реликт, как *Anemonoides altaica* (C. A. Mey.) Holub. То же относится к Сенгилеевским горам, где также сохранились дуб, липа, сосна с их спутниками; сейчас здесь обитают такие реликты, как *Bupleurum aureum* Fisch., *Festuca alissima* All. и *Schivereckia podolica* (Bess.) Andrz. ex DC.

В результате полевых исследований опубликована серия работ (Благовещенский, 1951, 1955а, 1956, 1958, 1961, 1964 и др.), в которых описаны основные виды растительных сообществ центральной части Приволжской возвышенности. Выделены следующие группы сосновых лесов, распространение которых здесь дано исходя из учения о поверхностях выравнивания: 1. Сосновые леса верхнего плато; 2. Сосновые

леса среднего плато; 3. Сосновые леса древних ложбин стока; 4. Сосновые леса Жигулей. В современных сосновых лесах В. В. Благовещенский выделяет 11 основных групп ассоциаций, причем только для Жигулей указаны сосняки горно-меловые и толокнянковые. Отдельно и подробно рассматриваются особенности ассоциаций этих групп для всех 4 указанных групп сосновых лесов.

Впервые на Приволжской возвышенности была установлена специальная ассоциация — сосняк грушанковый (***Pinetum pyroliosum***), входящая в состав группы ассоциаций сосновых лесов зеленомошников (***Pineta hylocomiosa***). Среди сосновых лесов зеленомошников грушанковые сосняки занимают на этой территории второе место после сосновых лесов брусничников (Благовещенский, 2001). Особенно широко они распространены на Южноульяновском водоразделе, а также на водоразделах Свияжско-Барышского и Свияжско-Сызранского междуречий. Основная особенность этой ассоциации — чрезвычайное обилие и видовое разнообразие различных представителей сем. *Pyrolaceae* в нижнем ярусе соснового леса. Грушанковые сосняки распадаются на несколько субассоцциаций: 1. Ортилиевая (***Pinetum pyroliosum*** subass. ***ortiliosum***), она самая распространенная. 2. Круглолистногрушанковая (***Pinetum pyroliosum*** subass. ***pyroliosum rotundofoliae***). Эти сосняки строго приурочены к небольшим плоским понижениям на выровненных водоразделах, где к поверхности близко подходят грунтовые воды. В них характерно присутствие различных гигрофитных растений-индикаторов грунтовых вод: *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Lysimacia vulgaris* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. 3. Зимолюбковая (***Pinetum pyroliosum*** subass. ***chimaliosum***). 4. Голый грушанковый сосняк (***Pinetum pyroliosum*** subass. ***glabrum***). В них полностью отсутствует моховой покров и почва покрыта подстилкой из опавшей хвои и они являются вторичным типом леса, возникшим в результате нарушенности (рубка леса, лесные пожары, даже низовые) на месте сосняков зеленомошников.

Важным инструментом в геоботанических изысканиях В. В. Благовещенского стал метод растений-индикаторов в оценке водоохранного значения типов леса при маршрутных исследованиях лесной растительности — в борах брусничных, бруснично-черничных, грушанковых, сосново-дубовых лесах и их производных. К таким растениям были отнесены влаголюбивые виды калган (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch.) и сивец луговой (*Succisa pratensis* Moench). Заметим, что этим растениям посвящена одна из первых публикаций В. В. Благовещенского (1950).

В ходе полевых исследований лесов центральной части Приволжской возвышенности В. В. Благовещенский установил, что присутствие или отсутствие этих видов-индикаторов в травяном ярусе в разных типах лесов указывает соответственно на водоохранные качества леса, или эта водоохранная роль леса в результате антропогенного воздействия утрачена. В качестве лесов, утративших свои водоохранные качества, приводятся производные от брусничных лесов — травяные боры и так называемые голые сосняки, что связано с почти полным исчезновением мохового покрова и появлением более разреженного древостоя. На сильную нарушенность этих лесов также может указывать значительное число степных растений.

Насколько эффективным оказалось применение метода растительных индикаторов, В. В. Благовещенский приводит такой пример. Ему, как командиру хозяйственного взвода во время Великой Отечественной войны, приказали срочно выкопать колодец в сосновом лесу. После тщательной разведки бора в одном месте обнаружилось большое скопление калгана. Уже на глубине одного метра почва стала влажная, а с двух метров появилась вода и колодец ею заполнился. «Так этот растительной индикатор помог обеспечить батальон водой» — написал ветеран Великой Отечественной войны в одной из статей, размышляя о теоретическом и практическом значении растений-индикаторов на территории Ульяновской области (Благовещенский, 2000).

В 1971 г. В. В. Благовещенский защищает докторскую диссертацию на тему «Лесная растительность центральной части Приволжской возвышенности». В дальнейшем все многолетние исследования растительности центральной части Приволжской возвышенности были обобщены в монографии «Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием» (Благовещенский, 2005), в которой рассматривается не только лесная растительность (сосновые и лиственные леса), а также растительность степная и водораздельных лугов и болот.

Несомненно, ценность геоботанических изысканий В. В. Благовещенского заключается не только в огромном фактическом материале (описание разных сообществ из различных мест центральной части Приволжской возвышенности), но и в том, что создана хорошая база для проведения в этой части Среднего Поволжья мониторинговых наблюдений за флорой и растительностью. Приведено 138 геоботанических описаний пробных площадок лесных сообществ из 62 пунктов Ульяновской (большая часть описаний), Самарской и Пензенской областей и 51 описание пробных площадок степной растительности из 36 пунктов Ульяновской (большинство), Самарской и Пензенской областей.

Многолетние исследования В. В. Благовещенского позволили создать современную картину растительного покрова на центральной части Приволжской возвышенности, исходя не только из настоящего состояния растительности, но и из истории ее развития в связи с развитием всей Приволжской возвышенности, а также с учетом хозяйственной деятельности человека.

Геоботанические изыскания растительности сопровождались изучением не только утилитарных групп ресурсных растений (медоносных, кормовых, красильных, пищевых и др.), а также другой важной группы ресурсов, а именно — научно-познавательных ресурсов (по терминологии С. В. Саксонова, 2005): ред-

ких и исчезающих растений (329 видов), из которых 203 вошло в «Красную книгу Ульяновской области» (2005), в том числе реликтовых (37), эндемичных (26) и маргинальных, т. е. находящихся на границах ареалов (более 100), видов (Благовещенский и др., 1994; Благовещенский, Раков, 2000).

Более всего видов, находящихся на границах ареалов, отмечено на южных и северных границах, что связано с историей формирования растительного покрова центральной части Приволжской возвышенности, на которой расположена правобережная часть Ульяновской области. На южных границах находятся 43 вида, основной ареал которых приходится на лесную зону и, даже, лесотундру и тундру: *Picea abies* (L.) Karst., *Ledum palustre* L., *Juniperus communis* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Vaccinium uliginosum* L., различные виды сем. *Pyrolaceae* и представители отд. *Lycopodiophyta.* На северных границах своего распространения находятся 38 видов, основной ареал которых приходится главным образом на степную и, отчасти, полупустынную зону — это *Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Ephedra distacya* L., *Ferula caspica* Bieb., *F. tatarica* Fisch. ex Spreng., *Valeriana tuberosa* L., *Veronica jacquinii* Baumg., некоторые виды из родов *Artemisia* L. и *Stipa* L.

Кроме того, долина р. Волги выполняет барьерную роль в распространении растений как с запада на восток, так и с востока на запад. Из таких видов наибольший интерес представляет *Fraxinus excelsior* L., находящийся на восточной границе своего распространения и доходящий только до Волги (Благовещенский, 1954; Шустов, 1966).

Гербарные образцы, собранные при геоботанических описаниях растительности, создали необходимую базу, основу которой составила гербарная коллекция В. В. Благовещенского, для организации Гербария УлГПУ, получившего в 2004 г. акроним UPSU (Раков, 2007) и с 2009 г. носящего имя В. В. Благовещенского, а также для исследования флоры Ульяновской области.

Все это нашло отражение в работах монографического плана (Благовещенский, 1955б, 1994, 1996) и в итоге позволило написать «Определитель растений Среднего Поволжья» (1984), «Редкие и исчезающие растения Ульяновской области» (Благовещенский и др., 1989), «Конспект флоры высших сосудистых растений Ульяновской области» (Благовещенский, Раков, 1994) и «Красную книгу Ульяновской области» (2005), а также выделить и описать ценные ботанические объекты (Ценные…, 1986; Особо охраняемые…, 1997). Так, В. В. Благовещенский и его ученики описали на территории Ульяновской области 40 из 75 ценных ботанических объектов, в числе которых такие урочища, как Акуловская степь в Николаевском р-не, Суруловская лесостепь в Новоспасском р-не, Средниковская лесостепь в Радищевском р-не, Кувайская тайга в Сурском р-не, Сенгилеевские горные сосняки в Сенгилеевском р-не, Ундорский широколиственный лес в Ульяновском р-не и др. Эти урочища являются хранителями биоразнообразия, и не случайно они привлекают внимание многих поколений исследователей, в числе которых оказались выдающиеся российские ученые — Д. И. Литвинов и В. Н. Тихомиров (Раков, Сенатор, 2010).

Список литературы

Благовещенский В. В. 1951. Лесная растительность Южноульяновского водораздела в связи с ее водоохраной ролью // Уч. зап. Ульяновск. пед. ин-та. Вып. 111. С. 38–92. — *Благовещенский В. В.* 1954. Ясень обыкновенный на восточной границе своего распространения // Бюл. МОИП. Отд. Биол. Т. 59. Вып. 4. С. 41–49. — *Благовещенский В. В.* 1955а. Ассоциации сосновых лесов Ульяновского правобережья Волги. 1. Сосновые леса-зеленомошники // Уч. зап. Ульяновск. пед. ин-та. Вып. 4. С. 151–176. — *Благовещенский В. В.* 1955б. Дикорастущие медоносные растения Ульяновской области. Ульяновск. 159 с. — *Благовещенский В. В.* 1956. Ассоциации сосново-широколиственных лесов Ульяновского правобережья Волги // Уч. зап. Ульяновск. пед. ин-та. Вып. 9. С. 81–113. — *Благовещенский В. В.* 1958. Боры-беломошники правобережной части Ульяновской области // Уч. зап. Ульяновск. пед. ин-та. Т. 2. Вып. 1. С. 3–22. — *Благовещенский В. В.* 1961. Травяные боры правобережной части Ульяновской области // Уч. зап. Ульяновск. пед. ин-та. Т. 17. Вып. 6. С. 14–36. — *Благовещенский В. В.* 1964. Песчаные степи в районах сосновых лесов Приволжской возвышенности // Бот. журн. Т. 49. № 1. С. 52–62. — *Благовещенский В. В.* 1971. Лесная растительность центральной части Приволжской возвышенности: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Пермь. 35 с. — *Благовещенский В. В., Громыко Д. В.* 1994. Баевка. Палеоцен // Местонахождения ископаемых древесин, нуждающихся в охране. СПб. С. 44–45. — *Благовещенский В. В.* 1997. Баевское окаменелое дерево // Особо охраняемые природные территории Ульяновской области / Под. ред. В. В. Благовещенского. Ульяновск. С. 116–117. — *Благовещенский В. В.* 2000. Растительные индикаторы нашего края, их теоретическое и практическое значение // Природа Симбирского Поволжья. Сб. научн. тр. Вып. 1. Ульяновск. С. 51–57. — *Благовещенский В. В.* 2001. Грушанковые леса Среднего Поволжья и их фитоценотическое значение// Природа Симбирского Поволжья. Сб. науч. тр. Вып. 2. Ульяновск. С. 38–59. — *Благовещенский В. В.* 2005. Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием. Ульяновск. 715 с. — *Благовещенский В. В.* 1994. Медоносные растения Ульяновской области. Ульяновск. 140 с. — *Благовещенский В. В.* 1996. Ботаническое ресурсоведение (Полезные растения мира). Ульяновск. 368 с. — *Благовещенский В. В., Раков Н. С.* 1994. Конспект флоры высших сосудистых растений Ульяновской области. Ульяновск.116 с. — *Благовещенский В. В., Раков Н. С.* 2000. Реликтовые и эндемичные растения во флоре Ульяновской области // Сб. науч. тр. Вып. 1. Ульяновск. С. 62–67. — *Благовещенский В. В., Масленников А. В., Мордвинов А. Н., Раков Н. С., Шустов М. В.* 1994. Флористико-экологические проблемы центральной части Приволжской возвышенности // Бот. журн. Т. 79. № 2. С. 5–13. — *Благовещенский В. В., Раков Н. С., Шустов В. С.* 1989. Редкие и исчезающие растения Ульяновской области. Саратов. 95 с. — *Красная* книга Ульяновской области (растения). 2005 / Под науч. ред. Н. С. Ракова. Ульяновск. Т. 2. 220 с. — *Определитель* растений Среднего Поволжья. 1994 / Отв. ред. В. В. Благовещенский. Л. 392 с. — *Особо* охраняемые природные территории Ульяновской области. 1997 / Под. ред.

В. В. Благовещенского. Ульяновск. 184 с. — *Раков Н. С.* 2007. Гербарий Ульяновского педагогического университета // Современные проблемы ботаники: Материалы конф., посвящ. памяти В. В. Благовещенского. Сб. науч. ст. Ульяновск. С. 155–158. — *Раков Н. С., Сенатор С. А.* 2010. К истории изучения флоры и растительности Ульяновской области и сопредельных районов Среднего Поволжья // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 19, № 1.С. 170–183. — *Саксонов С. В.* 2005. Ресурсы флоры Самарской Луки. Самара. 416 с. — *Ценные* ботанические объекты Ульяновской области. 1986. Учеб. пособие. Ульяновск. 96 с. — *Шустов В. С.* 1966. Биологическая и фитоценотическая характеристика ясеня обыкновенного на восточной границе его распространения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 25 с.

К ИСТОРИИ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ РАН

А. А. Тишков, Е. А. Белоновская, О. В. Морозова, Н. Г. Царевская

Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный пер., 29. E-mail: tishkov@biodat.ru

Ключевые слова: *Институт географии, геоботанические исследования, Курская полевая станция, Валдайский стационар, синтаксономические работы, продромус растительных сообществ, географические издания.*

Институт географии РАН был создан в 1918 г. Первые 15 лет его деятельность проходила в Петрограде/Ленинграде, а в 1934 г. он переехал в Москву. Среди сотрудников Института, проводивших в этот период геоботанические исследования, был известный геоботаник **Ю. Д. Цинзерлинг (1894–1939),** опубликовавший в трудах Института сводку по географии растительности Северо-запада европейской части СССР и предложивший схему районирования растительности региона (Цизерлинг, 1932).

Краткий период в конце 1920-х – начале 1930-х гг. в Институте работал выдающийся геоботаник и луговед **И. В. Ларин (1889–1972)**, окончивший Географический институт в Ленинграде в 1925 г.

С 1935 по 1970 г. геоботанические исследования на севере и северо-западе Европейской России, в Сибири и на Камчатке проводила **Е. Л. Любимова (1913–1982)**, подготовившая геоботаническое описание болот и лесов Западной Камчатки (Любимова, 1940, 1961).

С 1937 по 1988 г. в Институте работал выдающийся палеоботаник **В. П. Гричук (1907–1999),** создавший в России основы использования пыльцевого анализа в реконструкции флоры и растительности, в первую очередь Русской равнины (Гричук, 1950, 1989).

Институт сравнительно продолжительный период оставался базой исследований по ординации растительности и использованию в геоботанике шкал и типологии земель Л. Г. Раменского. С 1942 по 1970 г. (а также и после выхода на пенсию) здесь работал известный геоботаник **Л. Н. Соболев (1902–1986)**, подготовивший карту естественных кормовых угодий Казахстана, «Методику эколого-типологического исследования земель» (Соболев, 1978), очерки растительности Тянь-шаньской полевой станции и ряда заповедников.

Свое направление геоботанических исследований развивал один из основателей отечественной школы палинологии и болотоведения **М. И. Нейштадт (1903–1985)**, работавший в Институте в 1948–1985 гг., автор книг «Геоботанический анализ торфа», «Методы исследований торфяных болот», «История лесов и палеогеография СССР в голоцене» (Нейштадт, 1957) и др.

Почти 40 лет (с 1962 по 2002 г.) в Институте географии проводил исследования сподвижник академика В. Н. Сукачева, известный почвовед и биогеоценолог **С. В. Зонн (1906–2002)**, оставивший большое научное наследие (Сукачев, Зонн, 1961; Зонн, 1987).

В. Д. Утехин (1935–1987) после работы в Аксу-Джабаглинском заповеднике с 1965 по 1987 г. (год внезапной смерти) был лидером геоботанических исследований на Курской полевой станции Института. За свою короткую творческую жизнь он успел выпустить несколько книг (Утехин, 1977), перевести на английский книгу Г. Смита «Количественная экология растений», а главное — воспитать целую плеяду геоботаников, начинавших работать под его руководством на Курской станции — **В. П. Кашкарова** (Кашкарова и др., 1983; Кашкарова, 1986), **А. А. Тишков** (Утехин и др., 1990), **Н. Г. Царевская**, **Е. В. Денисенко** (Денисенко и др., 2002; Логофет и др., 2005), **И. Ф. Петрова** (1990), **Д. И. Люри (**Люри и др., 2010).

Известный геоботаник, стоявший у истоков внедрения флористических методов синтаксономии в СССР и в России, **О. С. Гребенщиков (1905–1980)**, возглавлявший в 1945 г. гербарий Музея естественных наук в Белграде (Югославия) и в 1950-х гг. Институт геоботаники и систематики растений в Чехословакии, после возвращения в СССР работал в Институте в 1966–1980 гг.. За эти годы он защитил докторскую диссертацию по растительности Балканского п-ова, опубликовал знаменитый 4-язычный «Геоботанический словарь» (Гребенщиков, 1965), монографию (Базилевич и др., 1986) и передал знания своим ученикам — Е. А. Белоновской, К. О. Короткову и др. (Жизнь и приключения геоботаника, 2006).

Сравнительно короткий период в 1972–1990 гг. в Институте работал другой известный геоботаник **Б. В. Виноградов (1929–1999)** — автор пионерных публикаций в области дистанционного исследования структуры и динамики растительности (Виноградов, 1998).

Н. С. Казанская (1933–2007) работала в Институте с начала 1960-х гг., оставила заметный след в геоботанических исследованиях, являясь, по сути, пионером в изучении рекреационных лесов (Казанская, и др., 1977) и антропогенной динамики растительности (Исаков и др., 1986).

А. А. Тишков проводил геоботанические исследования структуры и динамики растительности Арктики, в первую очередь на Таймыре и Шпицбергене (Тишков, 1977, 1983, 1985, 1996; Tishkov, 1985; Serebryanny et al., 1985), в таежных лесах Новгородской области (Тишков, 1979, 1986; Организация экосистем…, 1979; Структура и функционирование…, 1986), в степных регионах России и Украины (Степи Евразии, 1993), пустынях Узбекистана (Тишков, Турсина, 1991; Тишков, 1992), в горных регионах России и Китая — в Гималаях (Тишков, 2007а). Им опубликованы монографические работы, посвященные проблемам геоботаники, в том числе о природе консорций (Тишков, 1981), динамике растительности (Исаков и др., 1986), продуктивности и функционировании (Базилевич и др., 1986), экологической реставрации фитоценозов Севера (Тишков, 1996), о биосферных функциях растительности, фитогенных механизмах устойчивости (Тишков, 1989), а также об организации геоботанических исследований в заповедниках (Тишков, 2007б).

Н. Г. Царевская в 1970–1980-х гг. исследовала гидроморфы растений Центральной лесостепи (Царевская, 1989), а в последние десятилетия занимается вопросами продуктивности травяных фитоценозов, инвазиями чужеродных видов (Тишков и др., 1995) и совместно с О. В. Морозовой ведет базу данных по адвентивной флоре (Морозова и др., 2008а).

Белоновская Е. А. многие годы проводит геоботанические исследования на Кавказе (Белоновская, 1990; Гребенщиков и др., 1990; Грачева, Белоновская, 2010), совместно с К. О. Коротковым подготовила серию публикаций по синтаксономии растительности Кавказа (Белоновская, Коротков, 2002), участвовала в составлении «Продромуса растительности СССР» (Korotkov et al., 1991).

О. В. Морозова в настоящее время — один из ведущих геоботаников лаборатории биогеографии Института (Морозова, 2008). В кругу ее интересов — проблемы типологии и классификации лесов Европейской России (Заугольнова, Морозова, 2006; Морозова и др., 2008б), синтаксономии и флоры заповедных территорий (Морозова, 1996), проблемы инвазий чужеродных видов и адвентизации флоры (Морозова, 2003; Морозова и др., 2008а).

Начиная с 1940-х гг. штат геоботаников в Институте формировался преимущественно за счет выпускников кафедры геоботаники Биолого-почвенного (Биологического) факультета МГУ (М. И. Нейштадт, В. Д. Утехин, Н. С. Казанская, А. А. Тишков, Е. А. Денисенко, М. В. Давыдова, Д. И. Люри, Д. М. Милько, О. В. Морозова и др.), а также кафедры биогеографии Географического факультета МГУ (В. В. Барыкина, Е. А. Белоновская и др.), которые активно участвуют в комплексных географических и эколого-географических исследованиях Института. К сожалению, многие из их публикаций, в первую очередь те, которые выходят в специализированных географических изданиях, оказываются малоизвестными для широкого круга геоботаников. Настоящая заметка частично исправляет этот информационный пробел.

Список литературы

Базилевич Н. И., Тишков А. А. 1986. Концептуально-балансовая модель круговорота химических веществ в экосистеме переходного болота // Структура и функционирование экосистем южной тайги Валдая. М. С. 202–238. — *Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А.* 1986. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М. 297 с. — *Белоновская Е. А.* 1990. Структура экотона верхней границы леса на Северном Кавказе // Биота Большого Кавказа. М. С. 6–39. — *Белоновская Е. А., Коротков К. О.* 2002. Разнообразие альпийской растительности Большого Кавказа // Изв. РАН. Сер. геогр. № 2. С. 89–96. — *Виноградов Б. В.* 1998. Основы ландшафтной экологии. М. 418 с. — *Грачева Р. Г., Белоновская Е. А.* 2010. Современное состояние пастоальных экосистем Центрального Кавказа // Изв. РАН. Сер. геогр. № 10. С. 90–102. — *Гребенщиков О. С.* 1965. Геоботанический словарь. Русско-англо-немецко-французский. М. 227 с. — *Гребенщиков О. С., Белоновская Е. А., Коротков К. О.* 1990. Темнохвойные леса Большого Кавказа // Биота Большого Кавказа. М. С. 40–62. — *Гричук В. П.* 1950. Растительность Русской равнины в нижне- и среднечетвертичное время // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. Вып. 3. М.; Л. С. 5–202. — *Гричук В. П.* 1989. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. М. 183 с. — *Денисенко Е. А, Евстигнеев О. И, Коротков В. Н.* 2002. Сукцессионные процессы в хвойно-широколиственных лесах Восточной и Центральной Европы с разной историей природопользования // Изв. РАН. Сер. геогр. № 6. М. С. 35–45. — *Жизнь* и приключения геоботаника, художника, композитора, поэта — Олега Сергеевича Гребенщикова (1905–1980) / Сост. Е. А. Белоновская, А. А. Тишков. 2006. М. 118 с. — *Заугольнова Л. Б., Морозова О. В.* 2006. Типология и классификация лесов Европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение. № 1. С. 34–48. — *Зонн С. В.* 1987. Владимир Николаевич Сукачев, 1880–1967. М. 251 с. — *Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Тишков А. А.* 1986. Зональные закономерности динамики экосистем. М. 148 с. — *Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н.* 1977. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования). М. 96 с. — *Кашкарова В. П.* 1986. Гелиоморфная структура лесостепных фитоценозов. М. 106 с. — *Кашкарова В. П., Каулакис Р. В., Царевская Н. Г.* 1983. Экоморфный анализ флоры Центрально-Черноземного биосферного заповедника // Охраняемые природные территории Советского Союза, их задачи и некоторые итоги исследований. М. С. 192–197. — *Логофет Д. О., Денисенко Е. А., Голубятников Л. Л.* 2005. Сукцессии в лесостепи в условиях изменения климата: модельный подход // Журн. общ. биол. Т. 66. № 2. С. 136–145. — *Любимова Е. Л.* 1940. Некоторые данные о болотах западного побережья Камчатки // Камчатский сборник. Т. 1. М.; Л. С. 157–180. — *Любимова Е. Л.* 1961. Камчатка. Физико-географический

очерк. М. 190 с. — *Люри Д. И., Горячкин С. В., Караваева Н. А., Денисенко Е. А., Нефедова Т. Г.* 2010. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М. 416 с. — *Морозова О. В.* 1996. Леса заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского Полесья (синтаксономическая характеристика). Брянск. 98 с. — *Морозова О. В.* 2003. Участие адвентивных видов в формировании разнообразия и структуры флор Восточной Европы // Изв. РАН. Сер. геогр. № 3. С. 63–71. — *Морозова О. В.* 2008. Таксономическое богатство флоры Восточной Европы: факторы пространственной дифференциации. М. 328 с. — *Морозова О. В., Стародубцева Е. А., Царевская Н. Г.* 2008а. Адвентивная флора Европейской России: итоги инвентаризации // Изв. РАН. Сер. геогр. № 5. С. 85–95. — *Морозова О. В., Заугольнова Л. Б., Исаева Л. Г., Костина В. А.* 2008б. Классификация бореальных лесов севера Европейской России. I. Олиготрофные хвойные леса // Растительность России. № 13. С. 16–36. — *Нейштадт М. И.* 1957. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М. 250 с. — *Организация* экосистем ельников южной тайги. М. 1979. 220 с. — *Петрова И. Ф.* 1990. Тенденции изменения луговостепной растительности Центральной лесостепи. М. 205 с. — *Соболев Л. Н.* 1978. Методика эколого-типологического исследования земель. Фрунзе. 112 с. — *Степи* Евразии: проблемы сохранения и восстановления. 1993. М.; СПб. 145 с. — *Структура* и функционирование экосистем южной тайги. 1986. М. 293 с. — *Сукачев В. Н., Зонн С. В.* 1961. Методические указания к исследованию типов леса. М. 104 с. — *Тишков А. А.* 1977. Взаимодействие животных-фитофагов с растительностью тундры // Журн. общ. биол. Т. 38. № 1. С. 15–23. — *Тишков А. А.* 1979. Естественная и антропогенная динамика еловых лесов Валдая // Организация экосистем ельников южной тайги. М. С. 30–69. — *Тишков А. А.* 1981. Понятие о консорциях и его значение в физико-географических исследованиях // Вопросы географии. М. Вып. 117. С. 95–107. — *Тишков А. А.* 1983. Экосистемы западного побережья Шпицбергена (архипелаг Свальбард) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 6. С. 99–109. — *Тишков А. А.* 1985. Первичные сукцессии экосистем арктических тундр западного побережья Шпицбергена (Свальбарда) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 3. С. 95–105. — *Тишков А. А.* 1986. Продуктивность экосистем болот экспериментального бассейна «Таежный лог» (Новгородская обл., Валдай) // Структура и функционирование экосистем южной тайги Валдая. М. С. 177–201. — *Тишков А. А.* 1989. Фитогенные механизмы устойчивости наземных геосистем // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М. С. 93–103. — *Тишков А. А.* 1992. Ценофонд: пути формирования и роль сукцессий // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб. С. 21–34. — *Тишков А. А.* 1996. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера. М. 125 с. — *Тишков А. А.* 2007а. Первичные сукцессии растительности на моренах ледника Ронгбук (г. Эверест, Китай) // Изв. РАН. Сер. геогр. № 1. С. 28–35. — *Тишков А. А.* 2007б. Геоботанические исследования на особо охраняемых природных территориях России (ООПТ) // Тр. Центрально-Лесного гос. природного биосферного заповедника. Вып. 5. Великие Луки. С. 13–42. — *Тишков А. А., Турсина В. И.* 1991. Динамика структуры и продуктивности солянково-полынной пустыни в условиях умеренного выпаса и изоляции // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 80–83. — *Тишков А. А., Масляков В. Ю., Царевская Н. Г.* 1995. Антропогенная трансформация биоразнообразия в процессе непреднамеренной интродукции организмов (биогеографические последствия) // Изв. РАН. Сер. геогр. № 4. С. 74–85. — *Утехин В. Д.* 1977. Первичная биологическая продуктивность лесостепных экосистем. М. 146 с. — *Утехин В. Д., Тишков А. А., Кашкарова В. П., Савов К. В.* 1990. Использование методов ординации для изучения сукцессий заповедной растительности // Экологическая ординация и сообщества. М. С. 151–163. — *Царевская Н. Г.* 1989. Роль гидроморф растений в сложении фитоценозов Центральной лесостепи: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М. 24 с. — *Цинзерлинг Ю. Д.* 1932. География растительного покрова Северо-запада Европейской части СССР // Тр. геоморфол. ин-та. Вып. 4. 377 с. — *Korotkov K. O., Morozova O. V., Belonovskaya E. A.* 1991. The USSR vegetation syntaxa prodromus. Moscow. 346 p. — *Serebryanny L. R., Tishkov A. A., Malyasova Je .S. et al.* 1985. Reconstruction of the development of vegetation in Arctic high latitudes // Polar Geography and Geology. Vol. 9. № 4. P. 308–320. — *Tishkov A. A.* 1985. Primary succession in arctic tundra of the west coast of Svalbard // Polar Geography and Geology. Vol. 10. № 2. P. 148–157.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ ТОМА

Абрамова Л. М. 5, 54, 293
Алешкина У. М. 7
Аммосова Е. В. 332, 334, 356
Аненхонов О. А. 11
Анищенко Л. Н. 14
Арепьева Л. А. 18
Багрикова Н. А. 20
Бактыбаева З. Б. 23
Банарь С. А. 367
Басова Е. В. 408
Баянов А. В. 325
Бебия С. М. 25
Белов А. В. 337, 341, 424
Белоновская Е. А. 28, 453
Бирзниеце И. 32
Богачев В. В. 35
Борисова М. А. 35
Борсукевич Л. М. 38
Бочарников М. В. 344
Булдакова Е. В. 348
Бычкова И. А. 404
Василевич В. И. 40
Власов Б. П. 139
Волкова Е. М. 250
Волкова И. И. 44
Володина А. А. 47
Воротников В. П. 308
Галанина И. А. 289
Ганнибал Б. К. 439
Геникова Н. В. 51
Герб М. А. 47
Гнатюк Е. П. 51
Гоголева П. А. 356
Голованов Я. М. 54
Головина Е. О. 58
Голуб В. Б. 62
Голубев С. Н. 377
Горлов С. Е. 63
Горяинова И. Н. 85, 174
Дайнеко Н. М. 228
Данилова И. В. 394, 411
Дарбаева Т. Е. 64
Дегтева С. В. 182
Демина О. Н. 66
Дзюба Т. П. 73
Добролюбов А. Н. 148
Докучаева В. Б. 71
Дорофеева В. Д. 195
Дорофеева П. А. 189
Дубына Д. В. 73
Дудов С. В. 351
Дулепова Н. А. 77
Дьяченко Т. Н. 81
Егоров А. А. 443
Елсаков В. В. 354
Емельянова Л. Г. 85
Емельянова С. Н. 73
Ерохина О. В. 201, 381
Заугольнова Л. Б. 88
Захарова А. И. 356
Зверев А. А. 299
Золотухин Н. И. 189
Зуб Л. Н. 91
Ишбирдин А. Р. 302
Канцерова Л. В. 95
Капитонова О. А. 98
Карпова Г. А. 91
Катунова В. В. 308
Кекишева Ю. Е. 102
Кессель Д. С. 104
Киселева А. Г. 107
Киселева Т. М. 219
Кораблев А. П. 179
Корец М. А. 394, 411
Корнус А. А. 358
Королюк А. Ю. 11
Коротченко И. А. 111
Котова Т. В. 360
Кренке А. Н. 363
Кривобоков Л. В. 115
Крышень А. М. 51
Крюкова М. В. 118
Куземко А. А. 32, 120
Кузнецов О. Л. 123
Кузнецова Л. В. 127
Кузьмина Е. Ю. 129
Кулюгина Е. Е. 133, 354
Кунафин А. М. 313
Курбатская С. С. 225
Кутенков С. А. 51, 135
Кутявин Е. Г. 358
Кучеров И. Б. 135
Лавренко Н. Н. 367
Латышев С. Э. 139
Лащинский Н. Н. 142
Левенец И. Р. 145
Лейбман М. О. 429
Леонова Н. А. 148
Леонова Н. Б. 85, 174
Лысенко Т. М. 152
Любарский Е. Л. 447
Макарова О. А. 155
Макунина Н. И. 370
Малаховский П. Д. 374
Малышева Г. С. 374
Мамышева Н. В. 158
Мартыненко В. Б. 160
Миркин Б. М. 163
Михайлова И. А. 411
Морозова О. В. 167, 453
Москаленко Н. Г. 429
Моторыкина Т. Н. 171
Мяло Е. Г. 174
Наумова Л. Г. 163
Недосекина Т. В. 177
Нестерова С. В. 289
Нешатаев В. Ю. 127
Нешатаева В. Ю. 179, 377
Николин Е. Г. 334, 379
Никонова Н. Н. 201, 381
Новаковский А. Б. 182
Новицкая Н. И. 385
Огуреева Г. Н. 387, 415
Омелько А. М. 391
Орехов П. Т. 429
Парфенова Е. И. 394
Паршутина Л. П. 415
Пересторонина О. Н. 219
Пестеров А. О. 377
Петропавловский Б. С. 397
Полежаев А. Н. 401
Поликарпова Н. В. 155
Полуянов А. В. 185, 189
Полякова М. А. 192
Попова А. М. 319
Попова В. Т. 195
Попова Т. А. 404
Поцепай Ю. Г. 197
Пузаченко М. Ю. 408
Пузаченко Ю. Г. 363
Пустовалова Л. А. 201, 381
Пучнина Л. В. 203
Пушкарев С. В. 207
Раков Н. С. 222, 450
Рашомавичиус В. 32
Родникова И. М. 209
Русиня С. 32
Рыжкова В. А. 394, 411
Рысин Л. П. 213
Рыфф Л. Э. 215
Савиных Н. П. 219
Саксонов С. В. 222, 450
Самдан А. М. 225
Сапегин Л. М. 228
Сараева Л. И. 231
Сафронова И. Н. 415
Седельников В. П. 418
Секретарева Н. А. 234
Семенищенков Ю. А. 237
Семина М. Е. 174
Сенатор С. А. 222, 450
Сергиенко Л. А. 420
Середа М. М. 322
Синельникова Н. В. 240
Скирин Ф. В. 243
Скирина И. Ф. 243
Скрипцова А. В. 145
Смагин В. А. 247, 250
Соколова Л. П. 341
Соколова Т. А. 254
Сонина А. В. 265
Сорокин А. Н. 62
Софронов А. П. 424
Старовойтова М. Ю. 258
Степанович И. М. 261
Суворов Е. Г. 385
Сумина О. И. 302
Тарасова В. Н. 265
Таумурзаева И. Т. 293
Телятников М. Ю. 268
Тептина А. Ю. 272
Тетерюк Л. В. 133
Тимофеев С. Ф. 228
Тишков А. А. 453
Троева Е. И. 332, 379, 427
Уваров С. А. 285
Уланова Н. Г. 275
Уолкер Д. А. 429
Филиппова В. А. 278

Фрост Д. Д. 429
Хитун О. В. 282, 429
Холод С. С. 285
Хомутов А. В. 429
Храпко О. В. 289
Царевская Н. Г. 453
Царенко Н. А. 289
Цепкова Н. Л. 293
Цыдыпова М. В. 432
Цыренова М. Г. 432
Чебакова Н. М. 394
Чекменева Ю. В. 195
Чепинога В. В. 296
Черненькова Т. В. 408
Черосов М. М. 278, 299, 302, 332, 334, 356, 427
Чиненко С. В. 304
Чкалов А. В. 308
Широких П. С. 313
Шихова Н. С. 316
Шлотгауэр С. Д. 434
Шушпанникова Г. С. 319
Эпштейн Х. Е. 429
Юрковская Т. К. 415, 436
Яковенко А. А. 322
Яковлева А. Н. 391
Яковченко Л. С. 289
Ямалов С. М. 23, 325
Яцына А. П. 329

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . 3

РАЗНООБРАЗИЕ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ВОПРОСЫ ИХ ОХРАНЫ . . . 5

Абрамова Л. М. Сообщества с участием инвазивных видов из рода *Ambrosia* L. на Южном Урале . . . 5
Алёшкина У. М. Растительные сообщества зеленой зоны г. Киева . . . 7
Аненхонов О. А., Королюк А. Ю. Синтаксономия и эколого-географические особенности лесных сообществ лесостепи Западного Забайкалья . . . 11
Анищенко Л. Н. Фитоценотическое разнообразие и продуктивность сообществ макрофитной растительности водных объектов Брянской области (Южное Нечерноземье России) . . . 14
Арепьева Л. А. О сообществах с участием неофитов в городах Курской области . . . 18
Багрикова Н. А. Динамика растительных сообществ в зерновых и пропашных культурах Крыма за последние 25–35 лет . . . 20
Бактыбаева З. Б., Ямалов С. М. Синтаксономия водной и прибрежно-водной растительности реки Таналык (Республика Башкортостан) . . . 23
Бебия С. М. Типы леса в пицундской сосновой роще и лесообразовательные процессы в них . . . 25
Белоновская Е. А. Проблемы сохранения природного разнообразия растительности альпийского пояса Большого Кавказа . . . 28
Бирзниеце И., Русиня С., Куземко А., Рашомавичиус В. Союзы *Arrhenatherion elatioris* и *Festucion pratensis* в Восточной Европе: география и синтаксономия . . . 32
Борисова М. А., Богачев В. В. Состояние и возобновление вязовников в долинах малых рек подзоны южной тайги . . . 35
Борсукевич Л. М. *Typhetum shuttleworthii* Soó 1927 — новый синтаксон для Украинских Карпат . . . 38
Василевич В. И. Фитоценотическая замещаемость видов . . . 40
Волкова И. И. О растительности Тюгурюкского болота (Горный Алтай) . . . 44
Володина А. А., Герб М. А. Предварительные результаты исследований сообществ макрофитов прибрежной зоны юго-восточной балтики (калининградская область) . . . 47
Геникова Н. В., Крышень А. М., Гнатюк Е. П., Кутенков С. А. Ординация геоботанических описаний лесных сообществ на песчаных почвах в Карелии . . . 51
Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан) . . . 54
Головина Е. О. Луговые степи бассейна низовий реки Непрядвы . . . 58
Голуб В. Б., Сорокин А. Н. Создание общенациональной базы данных геоботанических описаний — актуальная задача отечествен-ной фитоценологии . . . 62
Горлов С. Е. Фитоценотическое разнообразие степной растительности горы Бахиловой в Жигулевском заповеднике . . . 63
Дарбаева Т. Е. Редкие и эндемичные реликтовые сообщества на меловых останцах подуральского плато в пределах Западно-Казахстанской области . . . 64
Демина О. Н. Классификация степной растительности бассейна Дона (в пределах Ростовской области) . . . 66
Докучаева В. Б. Ценотическая структура каменноберезняков острова Завьялова (Охотское море) . . . 71
Дубына Д. В., Дзюба Т. П., Емельянова С. Н. Антропогенная динамика приморской растительности Украины . . . 73
Дулепова Н. А. Растительные сообщества слабозакрепленных песков бассейна р. Селенги . . . 77
Дьяченко Т. Н. Динамика макрофитной растительности кутов Килийской дельты Дуная . . . 81
Емельянова Л. Г., Горяинова И. Н., Леонова Н. Б. Редкие растительные сообщества междуречья Ваги и Северной Двины . . . 85
Заугольнова Л. Б. Создание электронного определителя типов леса Европейской России (часть 1. северная и средняя тайга) . . . 88
Зуб Л. Н., Карпова Г. А. Современные тенденции формирования сообществ высшей водной растительности Днепровских водохранилищ . . . 91
Канцерова Л. В. Синтаксономия растительности придорожных участков Карелии . . . 95
Капитонова О. А. Растительность реки Чепцы и ее индикаторное значение . . . 98
Кекишева Ю. Е. Разнообразие ельников на различных типах почвообразующих пород . . . 102
Кессель Д. С. Первые стадии зарастания песчаных побережий Ладожского озера . . . 104
Киселёва А. Г. Островные фитоценозы северо-западной части Японского моря . . . 107
Коротченко И. А. Редкие степные сообщества Лесостепи Украины и особенности их охраны . . . 111
Кривобоков Л. В. Высотная дифференциация растительности западного макросклона Баргузинского хребта (Восточное Прибайкалье) . . . 115
Крюкова М. В. Эколого-географическая структура видового разнообразия дубняков неморально-бореального экотона Восточной Азии . . . 118
Куземко А. А. Сообщества класса *Parvo-Caricetea* Den Held et Westhoff in Westhoff et den Held 1969 в лесной и лесостепной зонах равнинной части Украины . . . 120

Кузнецов О. Л. Эколого-ценотические группы видов как основа для классификации растительности болот . . . 123
Кузнецова Л. В., Нешатаев В. Ю. Проблема классификации мезофитнотравяных урбанофитоценозов Санкт-Петербурга . . . 127
Кузьмина Е. Ю. Ценофлора мхов ельников из *Picea ajanensis* (Lindl. ex Gord.) Fisch. ex Carr. (Камчатка, Кроноцкий заповедник, Лазовское лесничество) . . . 129
Кулюгина Е. Е., Тетерюк Л. В. Растительные сообщества и редкие виды каньона р. Ния-ю (Полярный Урал) . . . 133
Кучеров И. Б., Кутенков С. А. Заболоченные сосняки средней и северной тайги Европейской России . . . 135
Латышев С. Э., Власов Б. П. Биоэкологические особенности макрофитной растительности Будовичской группы озер . . . 139
Лащинский Н. Н. Травяные мелколиственные леса овражно-балочных систем Приобского плато (Западная Сибирь) . . . 142
Левенец И. Р., Скрипцова А. В. Структура и динамика растительных сообществ бухты Соболь залива Петра Великого Японского моря . . . 145
Леонова Н. А., Добролюбов А. Н. Лесная растительность «Кунчеровской лесостепи» . . . 148
Лысенко Т. М. Разнообразие растительных сообществ засоленных почв в Поволжье и вопросы их охраны . 152
Макарова О. А., Поликарпова Н. В. Еловые рефугиумына севере зеленого пояса фенноскандии . . . 155
Мамышева М. В. К характеристике степной растительности южной части общего сырта в пределах Западно-Казахстанской области . . . 158
Мартыненко В. Б. Особенности синтаксономии лесов Южно-Уральского региона . . . 160
Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Основные научные центры российской синтаксономии . . . 163
Морозова О. В. Дифференциация бореальных еловых лесов Европейской России . . . 167
Моторыкина Т. Н. Луговая растительность нижнего Амура . . . 171
Мяло Е. Г., Горяинова И. Н., Леонова Н. Б., Семина М. Е. Особенности микроценотической структуры и флористический состав как показатели процессов демутации в среднетаежных лесах Европейской России . . . 174
Недосекина Т. В. Сообщества петрофитных степей с участием *Scutellaria supina* L. (*Labiatae*) в Липецкой области . . . 177
Нешатаева В. Ю., Кораблев А. П. Растительный покров вулканического плато Толмачев дол (Южная Камчатка) . . . 179
Новаковский А. Б., Дегтева С. В. Изменение состава основных эколого-ценотических групп сосудистых растений в растительном покрове Печорской низменности, предгорий и гор Приполярного и Северного Урала . . . 182
Полуянов А. В. Петрофитные степи Ямского участка заповедника «Белогорье» . . . 185
Полуянов А. В., Дорофеева П. А., Золотухин Н. И. Особенности растительного покрова некосимых склонов балок Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника . . . 189
Полякова М. А. Эколого-флористические особенности некоторых петрофитных сообществ Республики Алтай . . . 192
Попова В. Т., Дорофеева В. Д., Чекменева Ю. В. Биоразнообразие и структура растительных сообществ дендрария Воронежской государственной лесотехнической академии . . . 195
Поцепай Ю. Г. Сообщества синантропной растительности селитебных районов сельского типа в условиях Брянской области . . . 197
Пустовалова Л. А., Ерохина О. В., Никонова Н. Н. Современное состояние лесов с участием *Quercus robur* L. на северо-восточном пределе его распространения . . . 201
Пучнина Л. В. Редкие растительные сообщества с *Gypsophila uralensis* Less. subsp. *pinegensis* (Perf.) Kamelin и их охрана в Архангельской области . . . 203
Пушкарев С. В. Простейшая формула сходства сообществ . . . 207
Родникова И. М. Лишайниковый компонент в растительных сообществах островов (северо-западная часть Японского моря) . . . 209
Рысин Л. П. Классификация растительности России . . . 213
Рыфф Л. Э. Об истории, современном состоянии и основных проблемах классификации петрофитной растительности Горного Крыма по методу Ж. Браун-Бланке . . . 215
Савиных Н. П., Пересторонина О. Н., Киселева Т. М. Структура и динамика растительных сообществ памятника природы «медведский бор» . . . 219
Саксонов С. В., Сенатор С. А., Раков Н. С. Геоботаническая изученность Средне-Волжского биосферного резервата: история и современность . . . 222
Самдан А. М., Курбатская С. С. Флора и растительность песчаных ландшафтов Тувы . . . 225
Сапегин Л. М., Дайнеко Н. М., Тимофеев С. Ф. Синтаксономия природных и сеяных луговых экосистем в пойме нижнего течения р. Сож . . . 228
Сараева Л. И. Характеристика основных типов растительности биосферного заповедника «Даурский» . . . 231
Секретарева Н. А. Синтаксономическое разнообразие сообществ *Salix lanata* в среднем течении р. Большой Пайпудыны (Полярный Урал) . . . 234
Семенищенков Ю. А. Фитоценотическое разнообразие, экология и вопросы охраны кальцефитной травяной растительности в Брянской области . . . 237

Синельникова Н. В. Растительность долинных болотных комплексов бассейна Колымы (Магаданская область) . . . 240
Скирин Ф. В., Скирина И. Ф. Эпифитная лихенофлора кедрово-широколиственных и пихтово-еловых лесов Южного Сихотэ-Алиня и ее современное состояние . . . 243
Смагин В. А. Растительность минеротрофных грядово-мочажинных (аапа) болот таежной зоны Европейской России . . . 247
Смагин В. А., Волкова Е. М. Растительность болот Тульской области . . . 250
Соколова Т. А. Классификация аренных дубрав Казанско-Вешенского песчаного массива . . . 254
Старовойтова М. Ю. Структура и динамика высшей водной растительности водоемов центральной и северо-западной части левобережной лесостепи Украины . . . 258
Степанович И. М. Классификация растительности Беларуси: традиции, методы, современное состояние . . . 261
Тарасова В. Н., Сонина А. В. Лишайники — компонент скальных лесных сообществ на территории национального парка «Водлозерский» (Архангельская область) . . . 265
Телятников М. Ю. Классификация и пространственная структура высокогорной растительности северо-западной части плато Путорана . . . 268
Тептина А. Ю. Петрофитностепная растительность хребта Большой Крака, Башкортостан . . . 272
Уланова Н. Г. Синтез типологии лесов, эколого-ценотической и эколого-флористической классификаций растительности сплошных вырубок еловых лесов южной тайги Европейской части России . . . 275
Филиппова В. А., Черосов М. М. Сообщества водной растительности в долинах рек Лена и Амга (Центральная Якутия) . . . 278
Хитун О. В. Флора и растительность северного побережья Байдарацкой губы — района интенсивного антропогенного воздействия . . . 282
Холод С. С., Уваров С. А. Растительные сообщества центральной части острова Колгуев . . . 285
Царенко Н. А., Галанина И. А., Нестерова С. В., Храпко О. В., Яковченко Л. С. Сравнение ландшафтно-экологической структуры растительного покрова и лихенобиоты болотных сообществ острова Сахалин . . . 289
Цепкова Н. Л., Абрамова Л. М., Таумурзаева И. Т. Синантропные сообщества в национальном природном парке «Приэльбрусье» (Центральный Кавказ) . . . 293
Чепинога В. В. Разнообразие сообществ класса *Potamogetonetea* в водоемах Байкальской Сибири . . . 296
Черосов М. М., Зверев А. А. Компьютерные методы изучения растительных сообществ, ценофлор и освоение их студентами вузов в Российской Федерации . . . 299
Черосов М. М., Ишбирдин А. Р., Сумина О. И. Синтаксономия рудеральной растительности селитебных территорий России (краткие итоги, перспективы изучения) . . . 302
Чиненко С. В. Наиболее распространенные сообщества тундр и березняков западной части возвышенности Кейвы (Кольский полуостров) . . . 304
Чкалов А. В., Катунова В. В., Воротников В. П. Экологическая и зональная дифференциация черноольховых лесов Нижегородского Поволжья . . . 308
Широких П. С., Кунафин А. М. Синтаксономический анализ вторичных лесов центрально-возвышенной части Южного Урала . . . 313
Шихова Н. С. Городская растительность Как объект геоботанических исследований . . . 316
Шушпанникова Г. С., Попова А. М. Ценотическое разнообразие луговой растительности пойм рек Вычегды и Печоры . . . 319
Яковенко А. А., Середа М. М. К синтаксономии высшей водной растительности севера Ростовской области . . . 322
Ямалов С. М., Баянов А. В. Отражение своеобразия степных сообществ южно-уральского региона в синтаксономии . . . 325
Яцына А. П. Дифференциация напочвенного покрова сосняка лишайникового на территории Беларуси . . . 329

ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ . . . 332

Аммосова Е. В., Черосов М. М., Троева Е. И. К опыту применения ГИС технологий для корректировки карты растительности Якутии (на примере карты масштаба 1 : 5 000 000) . . . 332
Аммосова Е. В., Черосов М. М., Николин Е. Г. К опыту анализа карты растительного покрова Верхоянской горной системы (Северо-Восток России) с применением ГИС технологий . . . 334
Белов А. В. География и картография растительности юга Восточной Сибири: итоги и перспективы . . . 337
Белов А. В., Соколова Л. П. Прогнозно-геоботаническое картографирование как основа экологически ориентированного природопользования в байкальской Сибири . . . 341
Бочарников М. В. Высотно-поясная организация лесного покрова Западного Саяна . . . 344
Булдакова Е. В. Структура лесного покрова биома восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов на карте потенциальной растительности Европы . . . 348
Дудов С. В. Картографирование растительности Лазовского заповедника им. Л. Г. Капланова (Приморский край) . . . 351
Елсаков В. В., Кулюгина Е. Е. Тренды изменений растительного покрова Югорского полуострова последних десятилетий — сопоставление результатов дистанционных и полевых исследований . . . 354

Захарова А. И., Черосов М. М., Гоголева П. А., Аммосова Е. В. Применение геоинформационных технологий для анализа пространственной структуры растительного покрова аласных ландшафтов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия) . . . 356
Корнус А. А., Кутявин Е. Г. Составление карты растительности национального природного парка «Деснянско-Старогутский» по материалам космической съемки . . . 358
Котова Т. В. Карты растительности для высшей школы: состояние и новые задачи . . . 360
Кренке А. Н., Пузаченко Ю. Г. Коррекция специальных карт на основе данных дистанционного зондирования . . . 363
Лавренко Н. Н., Банарь С. А. Системный экологический анализ универсальных геоботанических карт (на примере Нечерноземья РФ) . . . 367
Макунина Н. И. Зонально-поясные типы растительных сообществ лесостепи Западной и Средней Сибири . . . 370
Малышева Г. С., Малаховский П. Д. Структура растительности Приволжской возвышенности в пределах Саратовской области . . . 374
Нешатаева В. Ю., Пестеров А. О., Голубев С. Н. Бореальная растительность полуострова Камчатка и прилегающих территорий и ее геоботаническое картографирование . . . 377
Николин Е. Г., Троева Е. И. Карта ботанического районирования Верхоянского хребта . . . 379
Никонова Н. Н., Ерохина О. В., Пустовалова Л. А. Растительный покров Урала на картах разного масштаба . . . 381
Новицкая Н. И., Суворов Е. Г. Картографическая интерпретация и оценка структурно-динамических особенностей сообществ бореальных лесов (на примере водосборного бассейна правобережья р. Лена) . . . 385
Огуреева Г. Н. Географические типы высокогорной растительности Сибири . . . 387
Омелько А. М., Яковлева А. Н. Создание карт потенциальной растительности с использованием генерализованных аддитивных моделей . . . 391
Парфенова Е. И., Чебакова Н. М., Рыжкова В. А., Корец М. А., Данилова И. В. Прогноз изменения распространения фоновых групп типов леса в Средней Сибири под воздействием векового климатического тренда . . . 394
Петропавловский Б. С. Эколого-растительные комплексы мира . . . 397
Полежаев А. Н. Цифровая карта растительности Магаданской области масштаба 1 : 200 000 . . . 401
Попова Т. А., Бычкова И. А. Дистанционные методы в изучении растительного покрова . . . 404
Пузаченко М. Ю., Черненькова Т. В., Басова Е. В. Природно-антропогенная вариабельность растительного покрова центральной части Мурманской области и ее картографическое отображение . . . 408
Рыжкова В. А., Данилова И. В., Корец М. А., Михайлова И. А. Принципы и методика составления карты растительного покрова юга Приенисейской Сибири на основе ГИС-технологий . . . 411
Сафронова И. Н., Юрковская Т. К., Огуреева Г. Н., Паршутина Л. П. О ботанико-географическом районировании России . . . 415
Седельников В. П. Пространственная организация и разнообразие высокогорной растительности азиатской России . . . 418
Сергиенко Л. А. Эколого-динамические ряды приморской растительности побережий российской Арктики . . . 420
Софронов А. П., Белов А. В. Структура растительного покрова котловин Северо-Восточного Прибайкалья . . . 424
Троева Е. И., Черосов М. М. Экологические подходы в корректировке карты растительности Якутии с использованием компьютерных технологий . . . 427
Хитун О. В., Лейбман М. О., Москаленко Н. Г., Орехов П. Т., Уолкер Д. А., Фрост Д. Д., Хомутов А. В., Эпштейн Х. Е. Зональные изменения некоторых параметров растительного покрова в западносибирской Арктике . . . 429
Цыренова М. Г., Цыдыпова М. В. К характеристке растительности северо-восточной части полуострова Святой Нос (Восточное Прибайкалье) . . . 432
Шлотгауэр С. Д. Растительный покров хребта Баджал (Хабаровский край) . . . 434
Юрковская Т. К. Бореальные леса и болота россии на аналитических картах . . . 436

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ . . . 439

Ганнибал Б. К. О внешнем кризисе, внутреннем застое, системном подходе и понятии синузия в геоботанике . . . 439
Егоров А. А. Вклад В. Н. Сукачёва в развитие отечественной дендрологии . . . 443
Любарский Е. Л. Казанская геоботаническая школа: основные вехи развития, принципы, перспективы . . . 447
Раков Н. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А. Геоботанические изыскания профессора В. В. Благовещенского в центральной части Приволжской возвышенности . . . 450
Тишков А. А., Белоновская Е. А., Морозова О. В., Царевская Н. Г. К истории геоботанических исследований в Институте географии РАН . . . 453

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ ТОМА . . . 456

Научное издание

Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы

Материалы Всероссийской научной конференции

Том 1

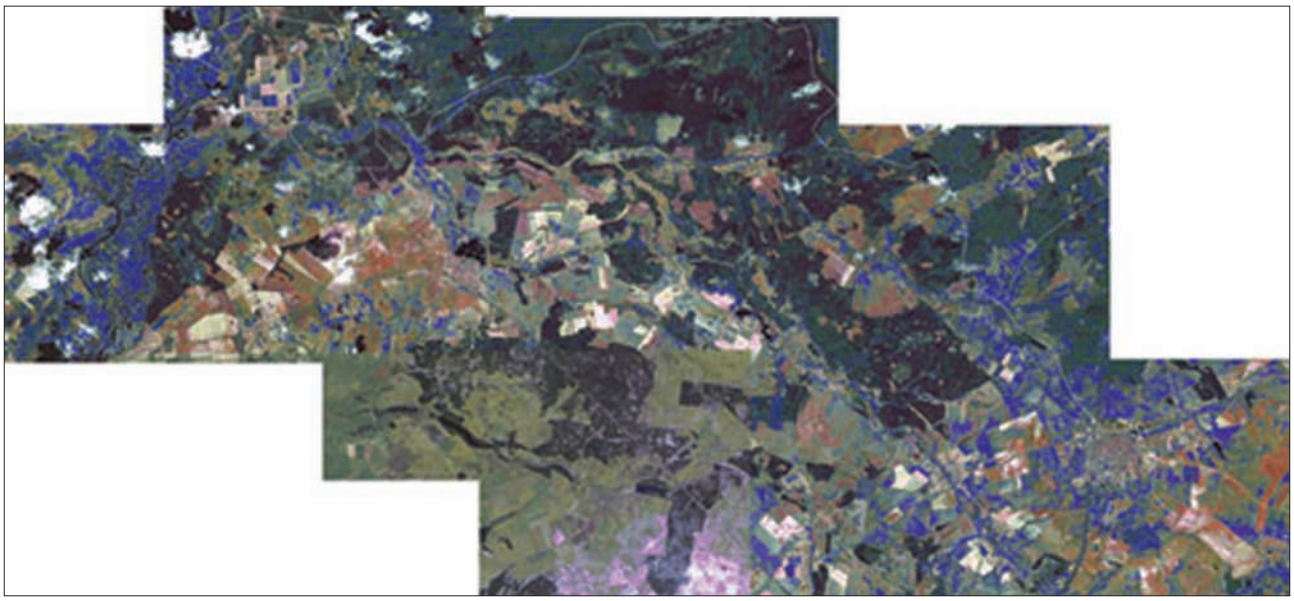
РАЗНООБРАЗИЕ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ВОПРОСЫ ИХ ОХРАНЫ
ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ответственный редактор В.Т. Ярмишко

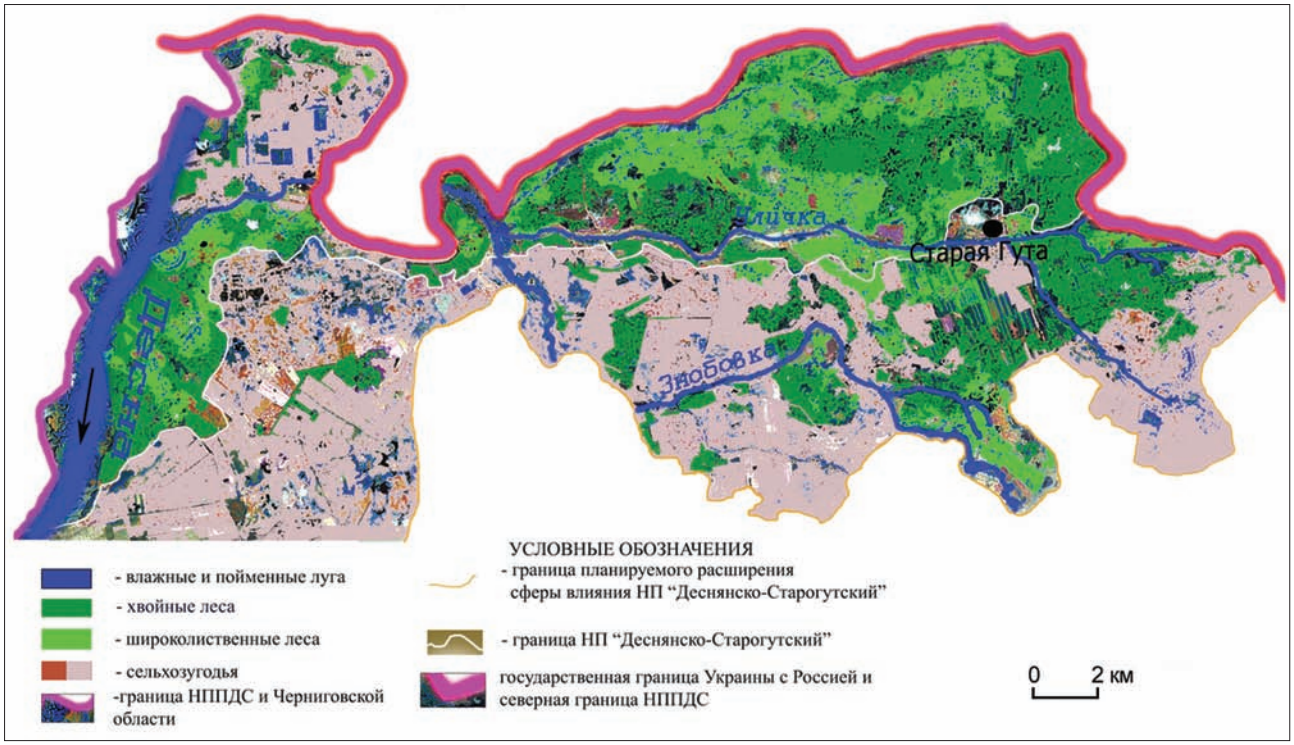
Оригинал-макет, иллюстрации подготовлены Т.А. Горлиной

Подписано в печать 05.09.2011. Печать офсетная.
Бумага офсетная. Формат 60x84/16. Печ. л. 28,875.
Гарнитура Times. Тираж 450 экз. Заказ № 203.

Отпечатано в ООО «Бостон-спектр».
Санкт-Петербург, ул. Курчатова, 10.

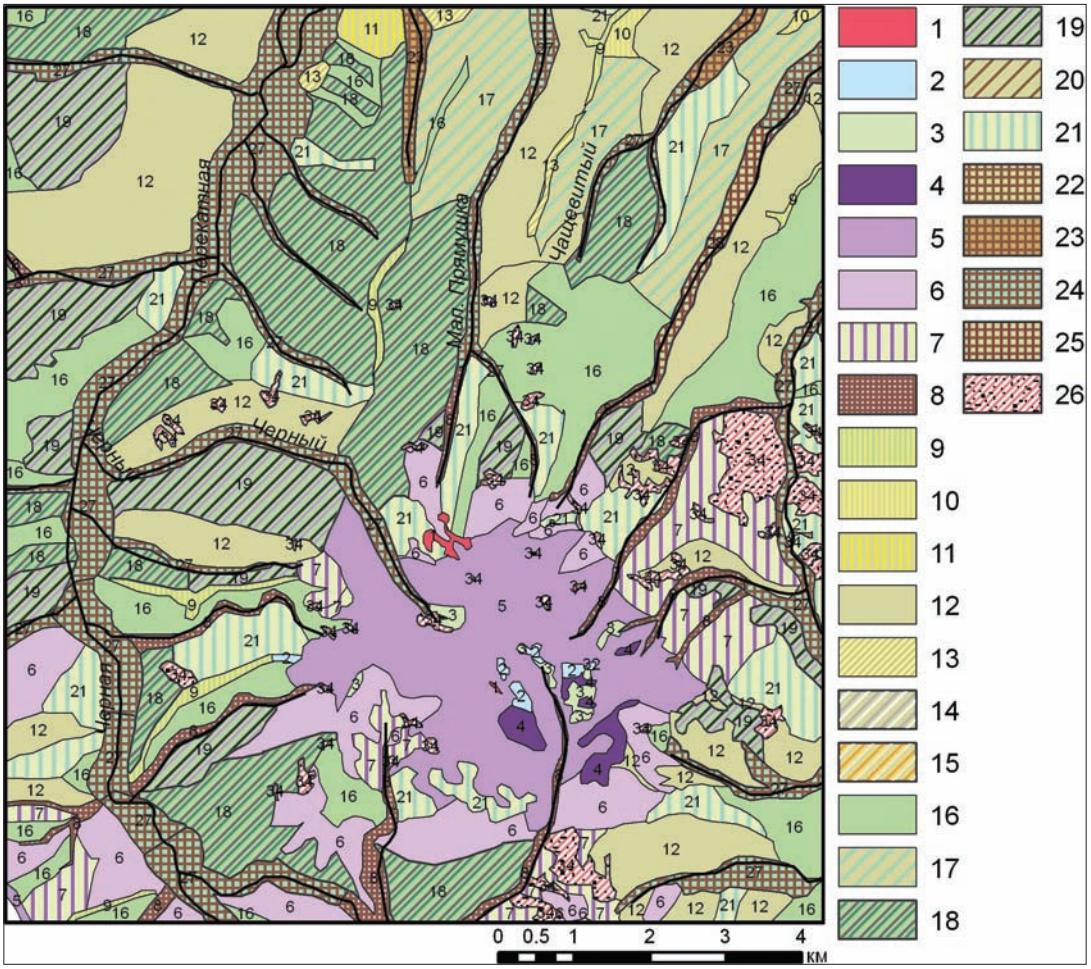


1. Обработанный исходный космический снимок НПП «Деснянско-Старогутский».



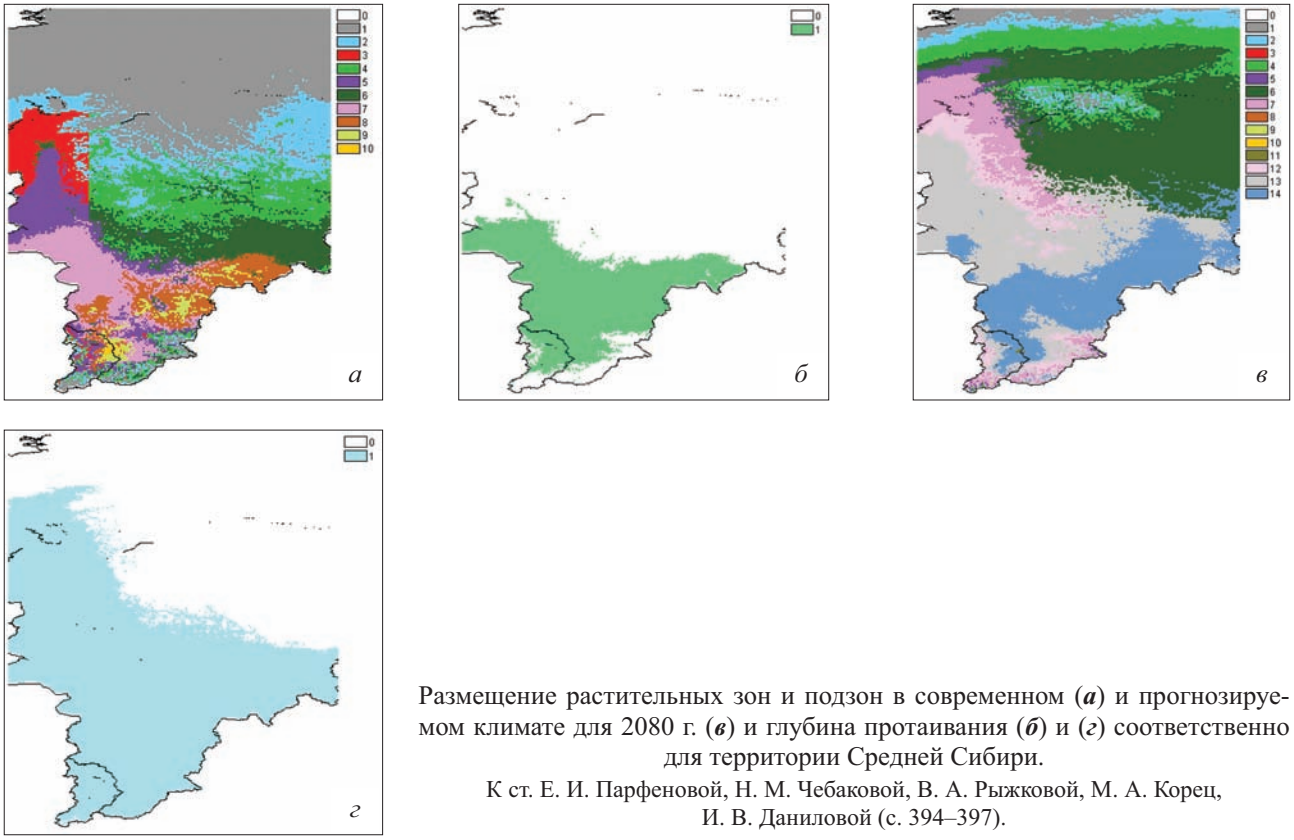
2. Картосхема основных типов растительности НПП «Деснянско-Старогутский».

Составление карты растительности национального природного парка «Деснянско-Старогутский» по материалам космической съемки.
К ст. А. А. Корнус, Е. Г. Кутявина (с. 358–360).



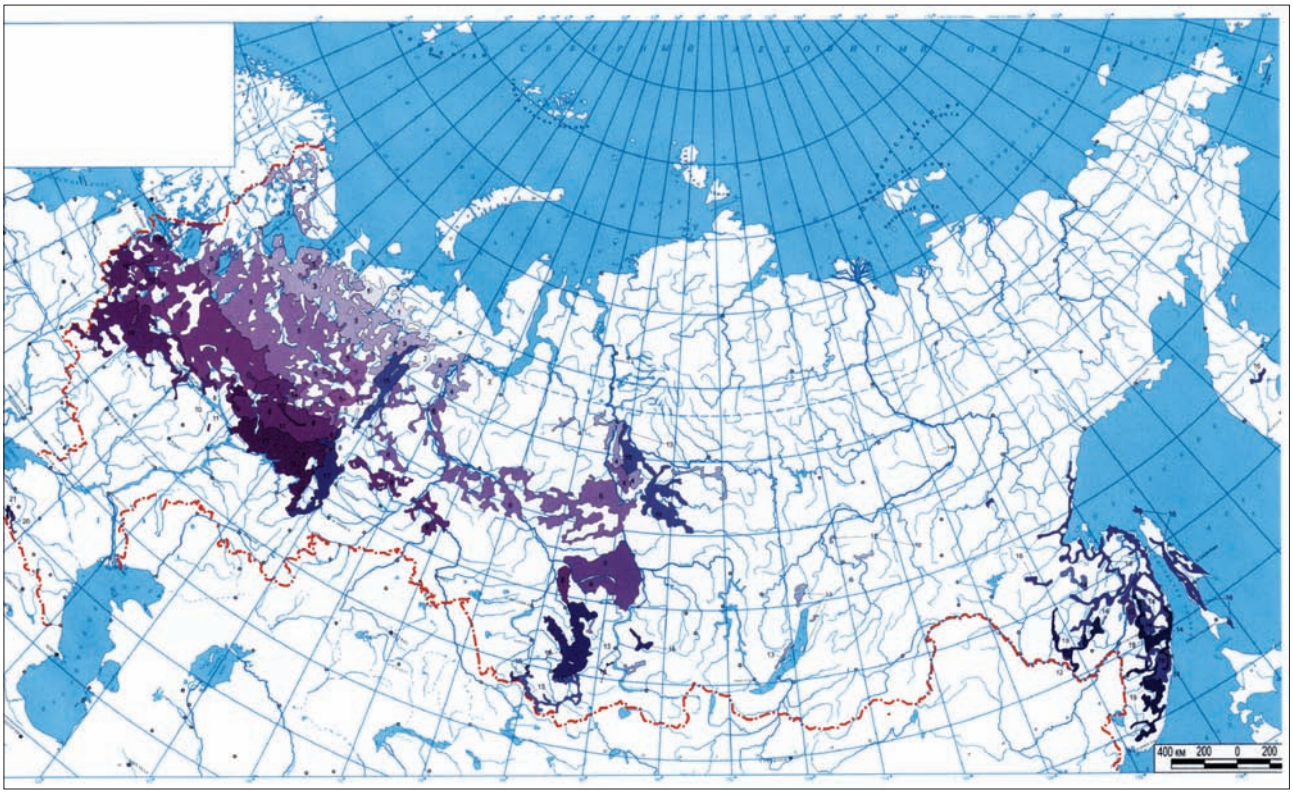
Фрагмент крупномасштабной карты растительности Лазовского заповедника (легенда приведена в тексте).

К ст. С. В. Дудова, с. 351–354.

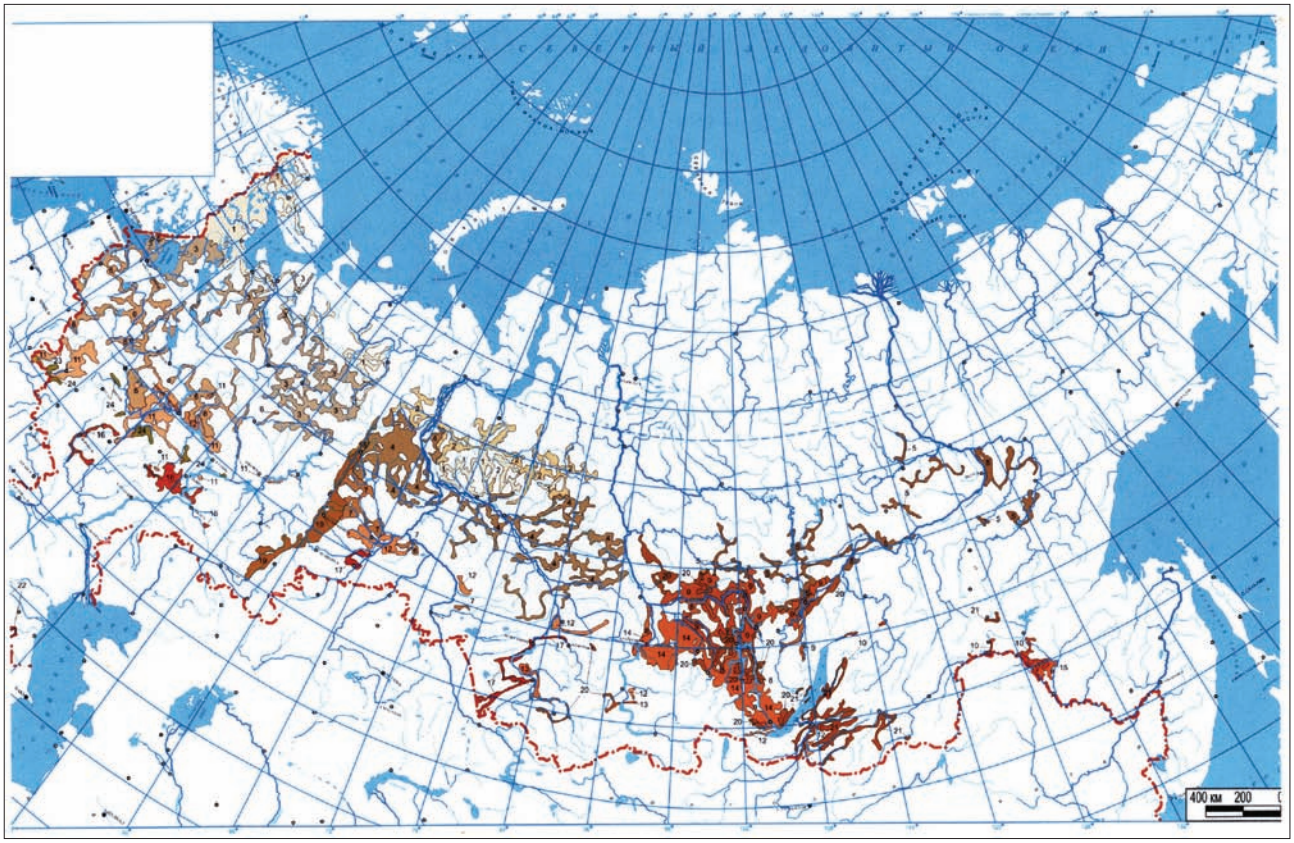


Размещение растительных зон и подзон в современном (***а***) и прогнозируемом климате для 2080 г. (***в***) и глубина протаивания (***б***) и (***г***) соответственно для территории Средней Сибири.

К ст. Е. И. Парфеновой, Н. М. Чебаковой, В. А. Рыжковой, М. А. Корец, И. В. Даниловой (с. 394–397).



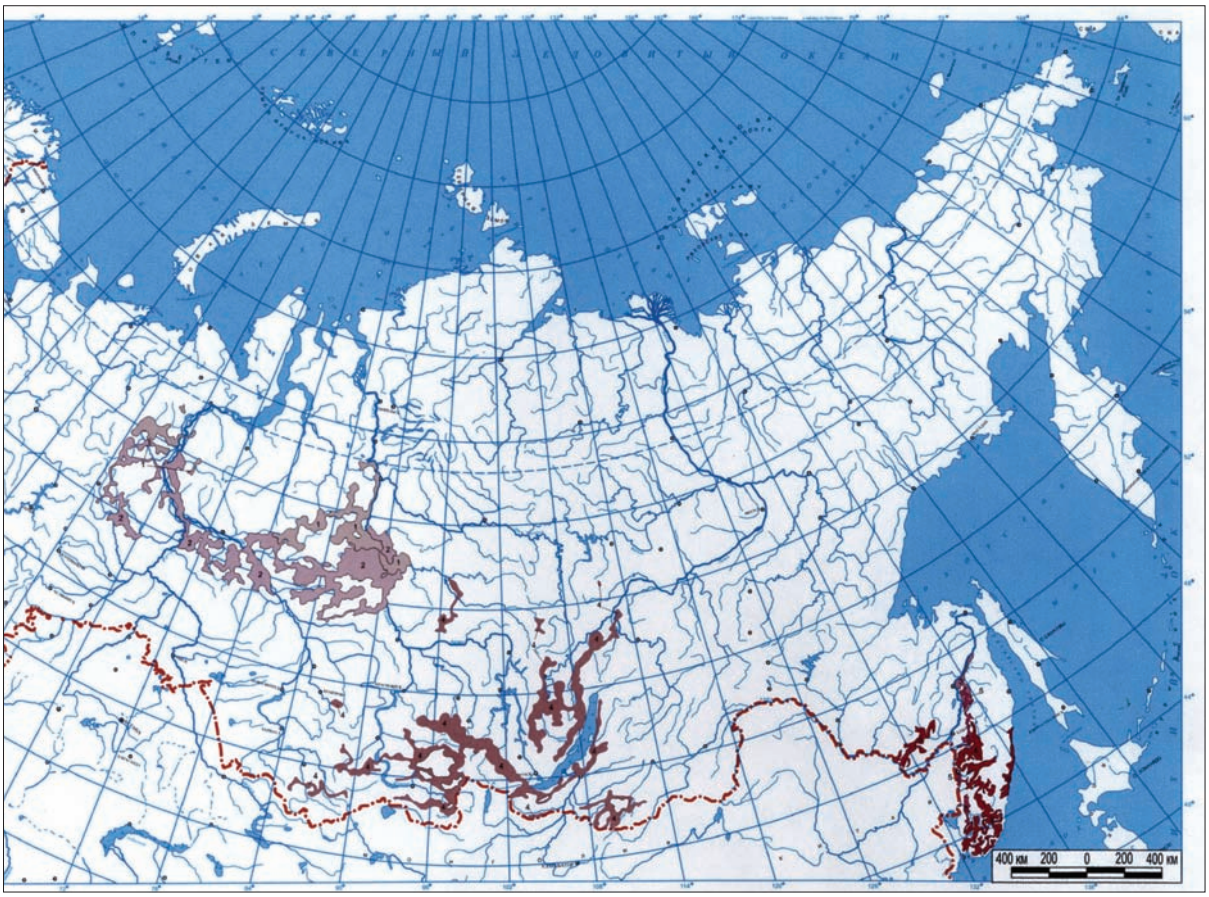
1. Карта еловых лесов.



2. Карта сосновых лесов.

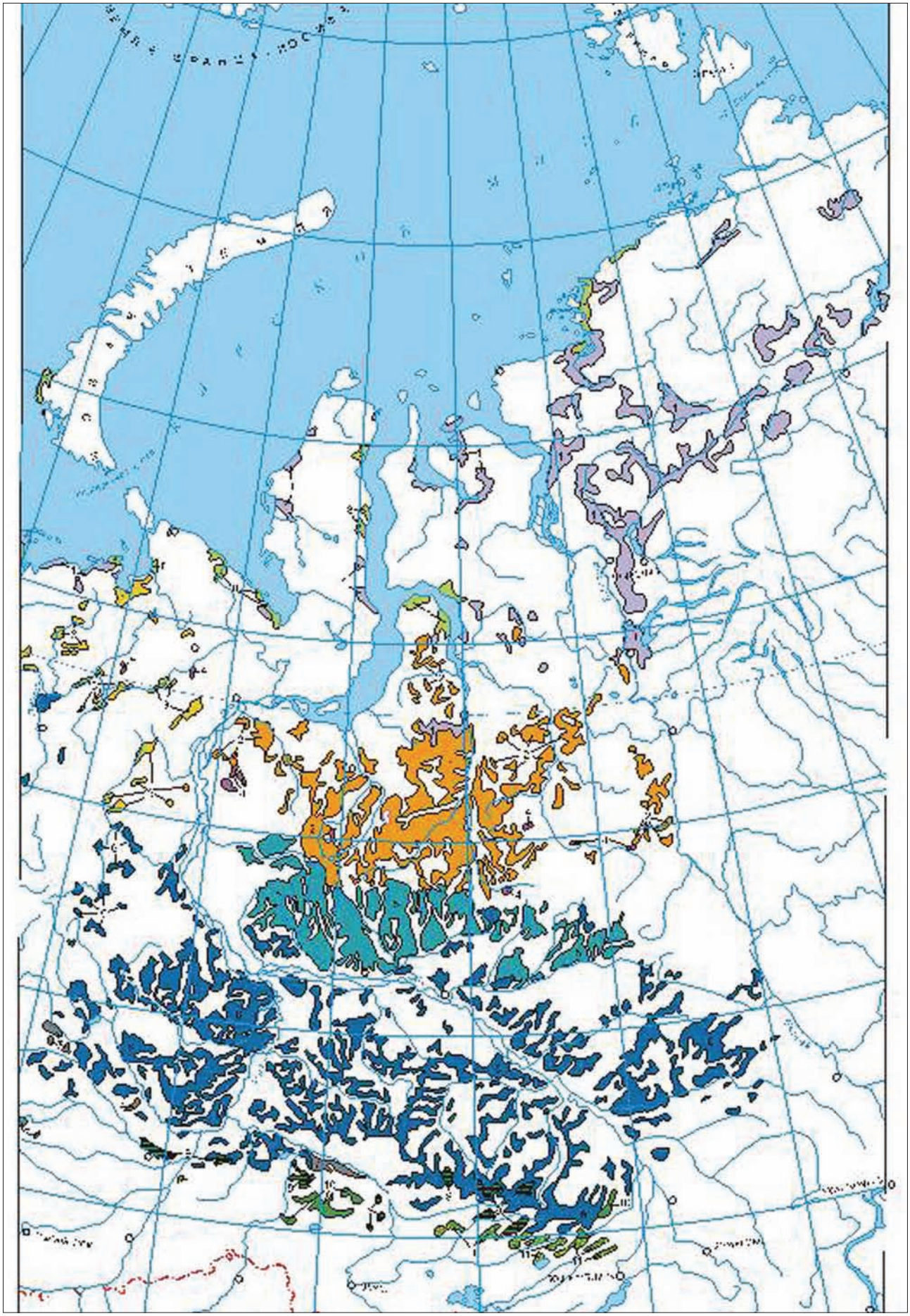
Бореальные леса России на аналитических картах.
К ст. Т. К. Юрковской (с. 436–438).

1. Карта пихтовых лесов.



1. Карта кедровых лесов.

Бореальные леса России на аналитических картах.
К ст. Т. К. Юрковской (с. 436–438).



Карта болот Западно-Сибирской равнины.
К ст. Т. К. Юрковской (с. 436–438).