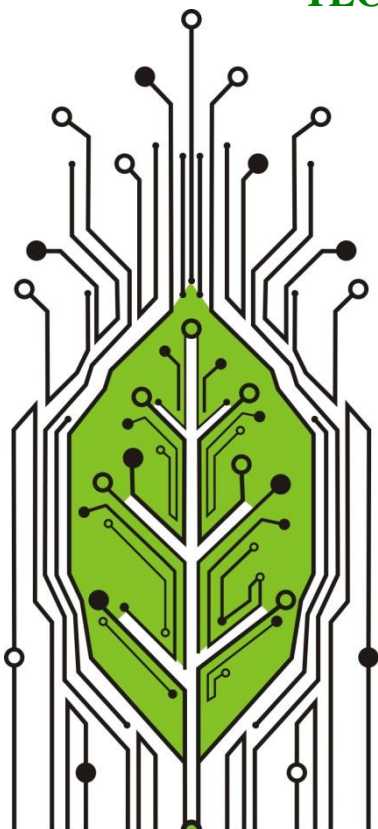


**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»**

**INTERNATIONAL CONFERENCE
«THE USE OF MODERN INFORMATION
TECHNOLOGIES IN BOTANICAL
INVESTIGATIONS»**



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
ABSTRACTS**

ARATITY · 2017



**FASO RUSSIA
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
KOLA SCIENCE CENTRE
Institute of the Industrial Ecology Problems of the North
N.A. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute
RUSSIAN BOTANICAL SOCIETY
Murmansk branch**

**International Conference
«The use of modern information technologies
in botanical investigations»**

Apatity, Murmansk Province March, 28-31, 2017

Abstracts

**Apatity
2017**

**ФАНО РОССИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР**
Институт проблем промышленной экологии Севера
Полярно-альпийский ботанический сад-институт
им. Н.А. Аврорина
РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Мурманское отделение

**Международная научно-практическая
конференция «Использование
современных информационных
технологий в ботанических
исследованиях»**
*Апатиты, Мурманская область
28-31 марта 2017 года*

Тезисы докладов

**Апатиты
2017**

UCD 581+582

International Conference «The use of modern information technologies in botanical investigations». Apatity, Murmansk Province March, 28-31, 2017: Abstracts. Apatity, 2017. 148 p.

Editors: E.A. Borovichev, D.A. Davydov & N.E. Koroleva

УДК 581+582

Международная научно-практическая конференция «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях». Апатиты, Мурманская область 28-31 марта 2017 г.: Тезисы докладов. Апатиты, 2017. 148 с.

Редакторы: Е.А. Боровичев, Д.А. Давыдов, Н.Е. Королева

The publication was supported by the RFBR, grant 17-04-20097.

Публикация осуществлена при поддержке РФФИ, грант 17-04-20097.

ISBN 978-5-902643-40-1

©Коллектив авторов, 2017

©Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 2017

©Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, 2017

©Мурманское отделение Русского ботанического общества, 2017

**О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ
ГЕРБАРНОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА
Ю.С. Акатова**

**ABOUT NECESSITY OF CREATION OF DATABASE ON THE BASIS
OF HERBARIUM COLLECTIONS OF THE CAUCASIAN RESERVE
Yu.S. Akatova**

Кавказский государственный природный биосферный заповедник, г. Майкоп, Республика Адыгея; e-mail: juseza@mail.ru

В 2018 году гербарной коллекции Кавказского государственного заповедника исполняется 90 лет. Основу ее составляют сборы ботанической экспедиции А.И. Лескова и А.П. Русалева, работавшей в горах Западного Кавказа в 1928-1930 гг. Однако в коллекции присутствуют образцы растений, собранные П. Слащевским в окрестностях кордона «Гузерибль» в 1927 г. Таким образом, неофициальный юбилей гербария наступает в 2017 г.

В 1974 г. гербарий вошел в международный каталог Index Herbariorum с акронимом CSR. В настоящее время основной гербарный фонд находится в Майкопском отделении заповедника (г. Майкоп, Республика Адыгея).

Важность данной флористической коллекции не исчерпывается набором гербарных образцов охраняемой территории. В гербарии находятся сборы, сделанные вне заповедника, включая другие районы Северного Кавказа, Закавказья (Абхазия, Азербайджан). Часть образцов проверена известными флористами – Н.Н. Цвелевым, Е.Б. Алексеевым, С.К. Черепановым и др. Фондовые материалы были использованы при написании ряда обобщающих флористических работ (Семагина, 1999; Акатова, 2002; Зернов, 2006), составлении региональных Красных книг.

От начала формирования коллекции делались попытки учета имеющихся и поступающих на хранение гербарных образцов, однако во второй половине прошлого века эта работа была прервана. В настоящее время гербарий заповедника насчитывает примерно 21 тыс. образцов, из которых 15 тыс. – сосудистые растения, 4 тыс. – мохообразные, 2 тыс. грибов, в т.ч. 1.5 тыс. лишенизированных. Доступны для использования всего около 12 тыс. гербарных листов, поскольку значительная доля образцов находится в разной стадии оформления, часть коллекции пришла в негодность из-за отсутствия надлежащих условий для хранения и дезинсекции.

В настоящее время стоит важная проблема создания базы данных (БД) на основе гербария. Это позволит решить ряд насущных задач: 1) осуществить инвентаризацию гербарной коллекции; 2) провести разноплановый анализ составляющих ее образцов; 3) сделать фондовые материалы доступными для широкого круга пользователей.

Конечно, БД должна создаваться с использованием современных технических средств и программного обеспечения. К сожалению, даже при наличии последних, процедура ее создания тормозится отсутствием отдельной кадровой единицы, должного опыта работы с соответствующими программами, нехваткой времени у куратора гербария.

С 2005 г. были попытки перевести гербарий Кавказского заповедника в электронную форму. В настоящее время формируется каталог многообразных в программе Excel 2003, по образу и подобию электронных таблиц, создаваемых ботаниками других областей России. Строго говоря, базой данных такие таблицы не являются. Да и при формировании их каждый исполнитель сам определяет для себя приоритетную информацию, почерпнутую из этикетки гербарного образца.

На начальном этапе создания БД гербарного фонда заповедника важно определить, какой набор взаимосвязанных таблиц нужно получить в итоге, какой перечень данных должна содержать каждая из таблиц. Для разных систематических групп таблицы БД будут несколько различаться. Например, для образцов споровых растений имеет смысл указывать наличие спороносных частей, для цветковых – фенофазу. Также возможно указывать другие данные, например, природоохранный статус вида, наличие дубликатов и прочее. Существует определенная сложность в нумерации образцов, поскольку долгое время гербарий находился в неинсерированном состоянии.

Формирование базы данных гербарной коллекции заповедника планируется в программе Access 2007, 2010. На основе анализа гербарных этикеток, предполагаем при описании образцов использовать следующие поисковые поля: 1. «Название вида», 2. «Подвид, разновидность», 3. «Синоним», 4. «Семейство», 5. «Класс», 6. «Регион», 7. «Бассейн реки», 8. «Основной хребет», 9. «Локальный хребет», 10. «Гора», 11. «Местоположение», 12. «Абсолютная высота», 13. «Широта», 14. «Долгота», 15. «Экспозиция склона», 16. «Крутизна склона», 17. «Растительный пояс», 18. «Местообитание», 19. «Дата сбора/День, месяц», 20. «Дата сбора/Год», 21. «Коллектор», 22. «Определил», 23. «Дата определения», 24. «Проверил», 25. «Дата проверки», 26. «Споронос/фенофаза», 27. «Гербарий», 28. «Дубликаты», 29. «Природоохранный статус», 30. «Изображение образца».

Широкий перечень критериев при описании гербарного образца на первый взгляд усложняет работу по созданию БД, однако в дальнейшем позволит осуществлять самые различные поисковые запросы.

Литература

Семагина Р.Н. Сосудистые растения Кавказского заповедника (Аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. М. 1999. Вып. 76. 104 с.

Акатова Т.В. Листостебельные мхи Кавказского заповедника (Западный Кавказ, Россия) // *Arctoa*. 2002. Т.11. С. 179-204.

Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. М. Т-во науч. изд. КМК. 2006. 664 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА КУНАШИР (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

Н.А. Алексеенко, М.Ю. Грищенко

THE USE OF REMOTE SENSING DATA IN THE STUDY AND MAPPING OF VEGETATION OF SOUTHERN PART OF KUNASHIR ISLAND (KURIL ISLANDS)

N.A. Alexeenko, M.Y. Grischenko

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, г. Москва; e-mail: valtuz@mail.ru

Результат проведенного исследования – крупномасштабная карта растительности (1:25 000), впервые уникальные растительные сообщества острова Кунашир были закартографированы в таком крупном масштабе. При полевом обследовании описание производилось не по классической геоботанической методике, а в контурах, намеченных заранее по космическим снимкам, а также на дополнительных точках, решение о выборе которых принималось непосредственно во время маршрута, когда на пути была замечена смена растительных сообществ. Растительность описывалась на участке нефиксированной площади, главное условие выделения контура – схожесть спектральных характеристик на космических снимках в разные сезоны.

При выделении контуров растительности использовались следующие разносезонные снимки: GeoEye (июль), Landsat-7 (ноябрь), Landsat-7

(сентябрь), Landsat-7 (февраль), Landsat-5 (июль) и Landsat-8 (апрель). На каждом из них выделяются некоторые характерные признаки, присущие различным типам растительности. На ноябрьском снимке в натуральной цветопередаче (каналы 3-2-1) хорошо выделяются лиственные породы, так как в это время активно желтеет листва. Хорошо выделяются луга более светлым цветом на фоне тёмного леса. Также могут быть выделены смешанные леса с преобладанием хвойных или лиственных пород. На сентябрьском снимке в натуральной цветопередаче хорошо заметен кедровый стланик, для которого характерен коричнево-зелёный цвет. При прорисовке контуров за основу брался снимок GeoEye.

Для всех типов контуров была составлена таблица дешифровочных признаков на всех снимках (в некоторых – несколько вариантов синтеза). Для выяснения закономерностей размещения различных растительных сообществ по топографической карте были составлены карты экспозиции склонов, углов наклона и высотных ступеней. Полевые маршруты выбирались таким образом, чтобы охватить по несколько раз (не менее трех) все выделенные типы контуров. В общей сложности, протяженность маршрутов составила более 200 км.

На карте растительности выделено пять основных классов растительных сообществ: лес, редколесье, луг, кедровый стланик, интразональные. Далее основные классы растительных сообществ были разбиты на более мелкие подклассы. Так как растительные сообщества в редких случаях являются моновидовыми и не имеют развитых других ярусов, то объединение их в группы происходило исходя из преобладающих видов, при этом главным признаком была общность видового состава основного растительного яруса.

Анализ созданной карты подтверждает известные закономерности распределения растительности: зависимость от рельефа (поясность) и от близости к побережью (секторность). Также был отмечен определённый слабовыраженный экспозиционный эффект и влияние крутизны склонов на состав растительных сообществ.

Поясность проявляется через последовательную смену биотопов практически по всей территории картографирования. На смену пойменным сообществам приходят хвойные леса на склонах долин. Еще выше их сменяют смешанные леса с преобладанием хвойных или лиственных пород. На самых возвышенных местах произрастают широколиственные леса. Стоит отметить, что данная закономерность прослеживается не всегда, она часто нарушена экспозиционными и барьерными эффектами, а

также особенностями мезо- и микрорельефа и последствиями хозяйственной деятельности.

Секторность проявляется в том, что на северо-западном (охотоморском) побережье широколиственных пород произрастает несколько больше, чем на юго-восточном (тихоокеанском). Кроме того, на охотоморском побережье находится гораздо больше приморских лугов, встречаются галофитные луга. Это является следствием различий климатических условий северо-западного и юго-восточного побережья.

Экспозиционные эффекты неярко выражены на картографируемой территории, так как из-за большой влажности и частых туманов они ослабляются. Тем не менее, было отмечено, что в юго-восточном секторе на склонах южной экспозиции широколиственные леса распространены несколько больше, а в центральной части на склонах южной экспозиции чаще встречалась луговая растительность.

В северо-западной части картографируемой территории значительное влияние на состав биотопов оказало большое количество крутых склонов (более 15°). Здесь были отмечены отличия в модели поясности, описанной выше: самые высокие места, занимали елово-пихтовые и пихтово-еловые леса, в то время как широколиственные леса находились в понижениях.

Авторы выражают искреннюю благодарность всему коллективу Курьильского заповедника за содействие в организации работ.

**ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО
МАССИВА С ПОМОЩЬЮ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА
Н.А. Алексеенко¹, Н.Е. Королева², А.А. Волкова¹**

**STUDY OF VEGETATION OF Khibiny Mountains using
Cartographic Method**

N.A. Alekseenko¹, N.E. Koroleva², A.A. Volkova¹

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва; e-mail: valtuz@mail.ru

²Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, Апатиты, Мурманская область; e-mail: flora012011@yandex.ru

Хибинский горный массив активно всесторонне изучался географами на протяжении последних 100 лет. Несмотря на это, из крупномасштабных карт на всю территорию Хибин известны только топографические, недавно была опубликована серия геоботанических карт западной части Хибин масштаба от 1:500 000 до 1:100 000 (Черненко и др., 2015)

но крупномасштабной карты растительности всего Хибинского горного массива нет. В связи с этим основной целью нашего исследования было создание такой карты в масштабе 1:50 000.

Основным источником для составления первичного варианта карты были космические снимки Landsat-8 с разрешением 30 м за 18.07.2014, 30.09.2015, 27.05.2016 и данные полевых обследований. Отбор космических снимков производился таким образом, чтобы они были наиболее близки по датам ко времени проведения исследований, преимущественно, летние, достаточно яркие, с отсутствием облачности над территорией Хибинского горного массива или незначительной её долей, а также наименьшей площадью, занимаемой тенями. С такими же характеристиками, но за зимний период времени, отбирали снимки для возможности дешифрирования массивов хвойных лесов.

Для изображения распределения растительности в связи с экспозицией, крутизной и высотой склонов была создана по топографической карте соответствующего масштаба цифровая модель рельефа, и по ней, в свою очередь, три вспомогательные карты. На базе литературных данных и собственных полевых исследований была составлена предварительная схема дешифрирования снимков. Был использован также массив эталонов спектральных яркостей для данной территории географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. При сопряжении их с наложенными точками полевых описаний многим контурам присвоили определенные характеристики (преобладание хвойных или лиственных пород, доля каменистого и щебнистого субстрата и др.).

Поскольку тематическая карта – авторское произведение, ее содержание не может быть унифицированным, оно зависит от многих факторов: качество собранного материала, степень изученности и особенности территории, приверженность авторов к той или иной школе и пр. В России чаще всего при отражении растительного покрова на картах используются эколого-морфологическая и географо-генетическая классификации, в данном исследовании для составления легенды карты была выбрана первая.

Составление предварительной карты растительности Хибинского горного массива проводили в 3 этапа.

1. Обработка снимков, выбор наилучших результатов, отражающих распределение растительности в соответствии с выявленными закономерностями (высотная поясность, зависимость от экспозиции и крутизны, антропогенные нарушения);

2. Сопряженный анализ результатов обработки и производных карт рельефа, создание предварительной схемы дешифрирования;

3. Присвоение контурам атрибутивных характеристик в соответствии с разработанной легендой.

По результатам проведенного исследования выявлены контура (территории), которым с достаточной степенью вероятности можно присвоить характеристики (практически полное совпадение показателей в различных сочетаниях спектральных зон, расположение на одинаковой высоте, экспозиции и крутизне с хорошо исследованными контурами), а также контура, которые лишь предположительно можно отнести к тому или иному типу/виду растительности, обозначенному в легенде. Преимущественно к последним относится северо-восточная, недостаточно изученная часть массива.

Для уточнения характеристик этих контуров требуются дополнительные полевые обследования в летний сезон. Учитывая труднодоступность многих участков, наличие ограниченного количества времени, проводить их предполагается, в том числе, и с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В полевом исследовании 2017 г. предполагается проводить съемку с БПЛА с изменением угла наклона объектива, что позволит получить не только снимки в надир, но и перспективные, что даст возможность отследить высотное распределение растительности.

Литература

Черненко Т.В., Пузаченко М.Ю., Басова Е.В., Королёва Н.Е. Ценоотическое разнообразие и картографирование растительного покрова центральной части Мурманской области // Геоботаническое картографирование. 2015. С. 78–94.

ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ БОЛОТ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ»

В.К. Антипин

THE DIGITAL MAPS OF SPATIAL STRUCTURE OF MIRES IN THE NATIONAL PARK "VODLOZERSKY"

V.K. Antipin

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: Antipin@krc.karelia.ru

Национальный парк «Водлозерский», г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: avk-krc@yandex.ru

Основными элементами пространственной структуры болот являются фитоценозы, фации или болотные участки, болотные массивы и болотные системы. Они представляют собой различные по площади территориальные болотные выделы, имеют границы и находятся под воздействием определенных ведущих факторов, обуславливающих их свойства и структуру (Мазинг, 1988).

Пространственная структура болот отражается на аэрофото- и космических снимках. Аэрофотоснимки уже давно активно используются в болотоведении, способы их дешифрирования являются важнейшей составной частью картографического метода изучения болот (Галкина, 1959; Юрковская, 1992). Космические снимки стали использоваться относительно недавно, в Карелии – в 2000 г., для изучения болот национального парка «Водлозерский» (Антипин, Токарев, 2001). Парк участвовал в проекте TACIS (FDRUS 9507), в рамках которого был получен пакет растровых спектрально-зональных космических снимков формата SPOT, разрешающей способностью 20–30 м/пиксель и охватывающих практически всю территорию парка. В работе с космическими снимками также использовался картографический метод изучения пространственной структуры болот Е.А. Галкиной и, впервые, ГИС-технологии – MapInfo.

Парк и сейчас является важной модельной территорией с разнообразными болотами, пространственная структура которых изучается с применением современных ГИС-технологий. Составлены цифровые карты «Типы и виды болотных участков» и на их основе – «Типы болот» южной части территории парка.

Подложками предварительной карты болотных участков служили синтезированные (многозональные) цветные космические снимки SPOT 5 и Landsat 7 (разрешение 30 м). Для уточнения границ и дешифровочных признаков выделенных контуров использовались доступные в Интернете

снимки более высокого разрешения. Всего оцифровано и дешифрировано 1022 болотных контура – болотных участков, общей площадью 45,5 тыс. га или 23,8% площади болот парка. Легенды карт разработаны на основе классификации единиц типологического разнообразия болотных участков и болотных массивов. Информационный объем выделенных болотных участков отражает их биоморфную структуру растительного покрова, микрорельеф и режим водно-минерального питания. По режиму водно-минерального питания и стадии развития выделено 7 типов болотных участков, а по биоморфному составу растений и микрорельефу – 18 видов. Также выделены нарушенные мелиорацией болотные участки.

Типы болотных массивов выделялись по преобладающим по площади болотным участкам в ряду центр – периферия болота. Выделено 9 типов болот.

Анализ составленных карт показал, что в парке широко распространены дистрофно-олиготрофные грядово-озерковые, олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные, грядово-мочажинно-озерковые, мезотрофные травяно-сфагновые грядово-мочажинные и мезоевтрофные травяно-сфагновые грядово-мочажинно-озерковые участки. В отдельный вид выделены болотные участки с редкими болотными сообществами *Molinia caerulea* – *Sphagnum warnstorffii* + *S. subfulvum* и *Rhynchospora alba* – *Sphagnum papillosum*. Они встречаются на аапа болотах парка.

В парке наиболее широко распространены верховые сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые болотные массивы (233 контура). Они самые мелкоконтурные, средняя их площадь 9 га, а всего такие болота занимают 2106,3 га или 9,4%. Как правило, сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые болота состоят из 3 видов болотных участков. Из 1–3 видов болотных участков состоят редкие в парке низинные травяно-моховые и древесно-травяно-моховые болотные массивы. Уникальным в южной части парка является болотный массив илексо-водлозерского аапа типа с редкими для болот региона сфагновыми сообществами с *Molinia caerulea*. Этот массив был выявлен в результате проведения наземных изысканий.

Исследования также показали, что современные ГИС-технологии позволяют выделять и изучать пространственную структуру болот. Но при этом следует обратить внимание на то, что сам по себе космический снимок содержит огромный объем информации, которую невозможно в полной мере передать при генерализации и векторизации болотного территориального выдела.

Литература

Антипин В.К., Токарев П.Н. Разработка методики компьютерного выявления разнообразия болотных участков с использованием аэрокосмических материалов Водлозерского национального парка // Биоразнообразие Европейского Севера: теоретические основы изучения, социально-правовые аспекты использования и охраны: тез. докл. междунар. конференции. Петрозаводск, 2001. С. 13–14.

Галкина Е.А. Болотные ландшафты Карелии и принципы их классификации // Тр. Карел.-Фин. АН СССР, Петрозаводск. 1959. Вып. 15. С. 3–48.

Мазинг В.В. Структурные уровни растительного покрова. // Учен. записки Тартуского государственного у-та. 1988. Вып. 18. С.122–141.

Юрковская Т.К. География и картография растительности болот европейской России и сопредельных территорий // Тр. Ботанического ин-та им. В.Л. Комарова РАН. СПб. 1992. Вып. 4. 256 с.

БАЗА ДАННЫХ И СИНТАКСОНОМИЯ ДОННОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

Д.Ф. Афанасьев

DATABASE AND SYNTAXONOMY OF THE BENTHIC AND BRACKISH VEGETATION OF THE BLACK AND AZOV SEAS

D.F. Afanasyev

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область; e-mail: dafanas@mail.ru

Сформирована база первичных описаний донной растительности Черного и Азовского морей, а также растительности эстуариев и лиманно-плавневой зоны указанных водоемов, включающая 910 геоботанических описаний, выполненных в 2006 и 2009-2015 гг.

В результате синтаксономического анализа собранного геоботанического материала составлен продромус сообществ водорослей-макрофитов северокавказского шельфа Черного моря, включающий 3 класса, 5 порядков, 5 союзов, 6 ассоциаций и 4 безранговых сообщества (Афанасьев и др., 2012; Афанасьев, Абдуллин, 2014).

В лиманно-плавневых и эстуарных экосистемах российской части Азовского и Черного морей всего было выделено 25 сообществ погруженной растительности. Из них 23 сообщества являются ранее описанными

ми для акваторий Европы в ранге ассоциаций и субассоциаций, 2 экотонных сообщества являются новыми, предположительно субассоциациями ассоциации *Potametum pectinati* Carstensen 1955 и встречаются в лагунах с неустойчивым режимом солёности (Афанасьев, Серёда, 2013). В результате картирования сообществ высших синтаксономических рангов эстуарных областей установлено, что подавляющее большинство ассоциаций располагаются в лиманно-плавневой зоне Темрюкского залива Азовского моря. При этом, фитоценозы классов *Cladophoretea*, *Lemnatea*, союзов *Ceratophyllion demersi*, *Nymphaeion albae*, *Parvapotamion* и *Utricularion vulgaris* класса *Potametea* представлены только в лиманно-плавневых и эстуарных экосистемах Азовского моря. Лишь сообщества союза *Magnopotamion* класса *Potametea* встречаются в лиманах и лагунах и Азовского и Чёрного морей.

Литература

Афанасьев Д.Ф., Абдуллин Ш.Р. Опыт анализа организации донной растительности российского шельфа Чёрного моря с использованием непрямой ординации // Экология. № 1. 2014. С. 74–76.

Афанасьев Д.Ф., Абдуллин Ш.Р., Серёда М.М. Эколого-флористическая классификация донной растительности российского шельфа Чёрного моря // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 1(4). 2012. С. 963–966.

Афанасьев Д.Ф., Серёда М.М. Предварительный продромус донной растительности российской части Азовского моря // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференция «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Т. 2. Тольятти, 16-22 сентября, 2013. Тольятти: Кассандра. 2013. С. 163-164.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К БОТАНИКО-
ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ КРИОФИТНЫХ
ПОДУШЕЧНИКОВ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ**

М.В. Бочарников

**METHODOLOGICAL APPROACHES TO PHYTOGEOGRAPHICAL
ANALYSIS OF THE CRYOPHYTE POLSTER COMMUNITIES IN
THE MONGOLIAN ALTAI**

M. V. Bocharnikov

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва; e-mail: taxim-
msu-bg@mail.ru*

В условиях развития аридного класса типов высотной поясности в Центральной Азии широко распространен нагорно-степной тип поясности высокогорий (Агаханянц, 1981). Он представлен поясами кобрезиевых и осоковых тундр, криофитных степей и подушечников. Формирование сообществ с ценозообразующей ролью видов-криофитов подушковидной жизненной формы, входящих в состав самостоятельного типа растительности – криофитона, связано с экстремальными условиями высокогорных аридных и семиаридных областей Тянь-Шаня, Памира, Тибета. В Монгольском Алтае криофитные подушечники приурочены к Центральной Монголо-Алтайской провинции (Волкова, 1994).

Ботанико-географический анализ включал выявление ценофлоры криофитных подушечников, климатических условий развития и их роли в структуре высотной поясности растительного покрова. В основу положены полевые данные, полученные на территории Монгольского Алтая и прилегающих районов в ходе работ совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции (250 полных геоботанических описаний), материалы гербарных фондов (MW, MWG, LE, NS) и спутниковые данные. Исследование проведено с использованием традиционных геоботанических методов, с применением картографического метода на базе геоинформационных технологий, а также метода максимальной энтропии для анализа пространственного распространения видов ценофлоры криофитных подушечников.

Криофитные подушечники Монгольского Алтая отнесены к трем классам ассоциаций (криофитно-разнотравные подушечники, криофитно-разнотравно-дерновинно-злаковые подушечники и криофитно-разнотравно-осоково-кобрезиевые подушечники) в составе одной форма-

ции криофитных подушечников *Stellaria pulvinata* (Бочарников и др., 2015).

Этот вид, являясь одним из основных доминантов криофитных подушечников Монгольского Алтая, имеет узкий эндемичный ареал в криоаридных высокогорьях его центральной части в пределах абсолютных высот 2500–3800 м н.у.м. Пространственное моделирование на основе климатических данных (глобальная цифровая модель BioClim) показало лимитирующую роль низких температур в распространении *Stellaria pulvinata* в вегетационный период и малого количества осадков зимой.

Криофитные подушечники региона приурочены к верхней полосе пояса криофитных степей и подушечников (2700–3200 м), занимающих 8.9 % территории Монгольского Алтая (Ogureeva et al., 2013), встречаясь также в субнивальном поясе (3200–4000 м). Они формируют серийные ряды и экспозиционные сочетания с криофитными (*Festuca kryloviana*, *Koeleria altaica*) степями, кобрезиевыми (*Cobresia myosuroides*) и осоковыми (*Carex rupestris*) тундрами. Ценоареал вида, приходящийся на область развития гетерогенных структур растительности, определяется значениями среднегодовой температуры от -3 до -5° С и годовой суммы осадков 170–210 мм.

Наибольшую активность в сообществах криофитных подушечников имеют виды дерновинных злаков (*Festuca lenensis*, *Koeleria cristata*), в том числе, высокогорные элементы (*Festuca kryloviana*, *Poa altaica*). В ценофлору формации входят также самобытные элементы криоксерофитных условий высокогорий со специфическими адаптациями (*Oxytropis oligantha*, *O. chionophylla*, *Saussurea leucophylla*, *Chamaerhodos altaica*, *Arenaria meyeri*). Эти ценофитически сопряженные со *Stellaria pulvinata* виды, образуют подушковидную форму в высокогорьях Монгольского Алтая, но не образуют в более благоприятных условиях.

Комплекс методов, использованных в исследовании, позволил выявить специфику монголо-алтайских подушечников. Ценофлора с преобладанием монтанных видов, многие из которых широко распространены в горных степях, формирование гетерогенных структур с сообществами степей, развитие в области с маломощным снежным покровом определяют самобытность криофитных подушечников региона. С их исторической молодостью и обособленностью от области основного распространения криофитона в Центральной Азии (Памир, Тянь-Шань) связана уникальность ботанического разнообразия высотно-поясного спектра растительности центральной части Монгольского Алтая.

Литература

- Агаханиянц О.Е. Аридные горы СССР. М.: Мысль, 1981. 270 с.
- Бочарников М.В., Огуреева Г.Н., Микляева И.М. Эндемичная формация звездчатки подушечниковой (*Stellaria pulvinata* Grub.) в высокогорьях Монгольского Алтая // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21, № 3 (64). С. 33–47.
- Волкова Е.А. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая // Труды Ботанического ин-та им. В.Л. Комарова. СПб. 1994. Вып. 14. 131 с.
- Ogureeva G.N., Mikljaeva I.M., Bocharnikov M.V. The Vegetation Structure of the Mongolian Altai. Mountain Steppes Steppe ecosystems: Biological diversity, Management and Restoration. N-Y: Nova Sciences Publishers. 2013. Vol. 5: P. 97–111.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРО- И КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КАВКАЗСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

А.Р. Бибин¹, Е.А. Грабенко², А.А. Медведев³

EXPERIENCE OF APPLICATION OF AERO AND SPACE IMAGES FOR VEGETATION MAPPING IN THE CAUCASIAN STATE NATURE RESERVE

A.R. Bibin¹, E.A. Grabenko², A.A. Medvedev³

¹Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика; e-mail: bibin@inbox.ru

²Майкопский государственный технологический университет; e-mail: grabenko@inbox.ru

³Институт географии РАН, г. Москва; e-mail: a.a.medvedeff@gmail.com

В последнее десятилетие широко применяются для ведения аэрофотосъемки беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Главными преимуществами БПЛА являются получение оперативных и высокодетальных геоданных для планирования, управления и мониторинга окружающей среды. Спутниковые снимки позволяют исследовать большие по размерам площади, доступ к которым зачастую затруднен, либо полностью невозможен (Kelsey, Lucieer, 2012).

Так, для расчета емкости зимних высокогорных пастбищ зубров, актуального в связи с увеличением в последнее время их численности и постоянном высоком приросте молодняка, единственным доступным средством оказались космоснимки сделанные космическим аппаратом

«Ресурс-П». Для обработки использовались снимки, сделанные в красном, зеленом и синем цветовом диапазоне, а также панхромные снимки. Разрешение спектральных снимков составляет 2-3 м/пиксель, а панхромного – 1,1–0,7 м/пиксель.

Обработка «сырых» снимков проводилась программой ArcGIS Desktop, позволяющей синтезировать спектральные снимки в один цветной в режиме RGB. Для увеличения разрешения полученного цветного изображения был применен способ панхроматизации.

Однако, после проведения вышеуказанных действий мы столкнулись с тем, что границы интересующих нас объектов при крупном масштабировании «смазывались». Это происходило за счет асинхронности съемки разными камерами при постоянном движении космического аппарата. Такой сдвиг, в среднем, составил 25 м на поверхности, что не явилось значимым для наших исследований из-за относительно большой площади выдувов.

В процессе работы над определением площадей выдувов появилась идея определения площадей и расположения местообитаний, длительное время находящихся под снегом. Такие участки интересны в качестве мест концентрации эндемичных растений и животных, связанных в своем развитии с постоянно тающей границей снежников. Кроме этого, динамика площади летнего снегового покрытия в горах отражает тенденции изменения климата в регионе и запасов пресной воды.

Снимки, полученные с другого космического аппарата Канопус, кроме снимков в видимом диапазоне, имели еще один спектральный канал – ближний инфракрасный. Использование новой переменной и замена ею при синтезировании снимков красного диапазона на инфракрасный, а также перемещение его на подчиненные позиции позволили не только точно отрисовать верхнюю границу леса на большой территории, но и выделить разные типы лесных древостоев. Так, смешанные устойчивые буково-пихтовые древостои и динамичные относительно молодые буково-березовые древостои из-за их разной способности поглощать и отражать световой поток окрасились в существенно разные цвета. Таким образом, кроме того, что было определено точное положение верхней границы леса, при помощи космоснимков мы смогли расчленить ее на выделы с разным породным составом, а, значит, появилась возможность определения участков ее естественного состояния и участков ее антропогенного снижения.

Для мониторинга состояния древостоев с участием самшита колхидского (*Buxus colchica* Pojark.) и тиса ягодного (*Taxus baccata* L.) на территории Хостинской тисо-самшитовой рощи были проведены работы

по созданию цифровой модели ее рельефа и нанесение на нее контуров погибших самшитников и других типов лесных фитоценозов, классифицированных по их состоянию с использованием мультиспектральных снимков, полученных с помощью БПЛА (Грабенко, Медведев, 2015; Алексеенко и др., 2016).

Создание цифровой модели рельефа выполнялось в программном продукте AgisoftPhotoScan. На основе полученных данных были созданы цифровые модели рельефа, которые далее были сшиты в единую.

В процессе исследований и обработки данных выявлены небольшие погрешности, обусловленные освещенностью территории и периодической облачностью. Они были скорректированы за счет повторной съемки в разное время суток и в различные дни. Использование усредненных значений позволило избежать влияния случайных и некоторых систематических погрешностей. При усреднении итогового растра NDVI разрешение конечных результатов снизилось по сравнению с исходными. Результатом этой работы явилось уточнение площади самшитников, выразившееся в увеличении со 182 га до 230 га за счет крутосклонных каменистых участков, не учтенных в лесной таксации ранее.

Литература

Алексеенко Н.А., Бибин А.Р., Грабенко Е.А., Медведев А.А. Мониторинг тиса в Хостинской тисо-самшитовой роще по данным с беспилотных летательных аппаратов // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 3: Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Сочи: «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности». Дониздат, 2016. С. 38–44.

Грабенко Е.А., Медведев А.А. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов для изучения фитоценозов произрастающих на труднодоступной пересеченной местности на примере Хостинской Тисо-самшитовой рощи // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 2: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции (2–4 декабря 2015 г., Сочи). Сочи: ГБУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», Дониздат, 2015. С 84–88.

Kelcey J., Lucieer A. Sensor correction of a 6-band multispectral imaging sensor for UAV remote sensing // Remote Sensing. 2012. V. 4. №. 5.P. 1462–1493.

GOOGLE SPREADSHEETS КАК БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ О БИОРАЗНООБРАЗИИ

**С.Ю. Большаков¹, Н.В. Филиппова², К.О. Потапов³, Д.В. Агеев⁴,
С.В. Волобуев¹**

GOOGLE SPREADSHEETS AS A BASIC TOOL FOR THE MANAGEMENT OF BIODIVERSITY DATA

**S.YU. Bolshakov¹, N.V. Filippova², K.O. Potapov³, D.V. Ageev⁴,
S.V. Volobuev¹**

¹*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург; e-mail: sbolshakov@binran.ru*

²*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск; e-mail: filippova.courlee.nina@gmail.com*

³*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань; e-mail: rotapov_ko@mail.ru*

⁴*Грибы Новосибирской области, <http://mycology.su/>*

В настоящее время существует свободное программное обеспечение для управления данными о биоразнообразии: Biota, BRAHMS, Symbiota, Specify и др. Они позволяют развернуть собственные полноценные web-порталы, работающие на современных СУБД, таких как MySQL, SQLite и др., и включающие в себя управление коллекциями, создание чек-листов, идентификационных ключей, карт распространения видов. Однако их развёртывание и поддержка требуют наличия соответствующих знаний (или специалистов) и собственных серверов.

Альтернативным вариантом является поглощение данных уже существующими крупными порталами, таких как BioCASE, JACQ и др.; в России существуют лишь несколько удачных примеров – депозитарий «Ноев ковчег» (<https://plant.depo.msu.ru/>), ИС CRIS (<http://krabg.ru/cris/>) и др. Преимущество такого подхода – в отсутствии необходимости в собственных технических затратах.

При этом для небольших проектов или гербариев практически повсеместно специалисты вынуждены использовать ПО компании Microsoft – Excel или Access, зачастую десктоп-версии, несмотря на наличие бесплатной онлайн-версии Excel Online.

В качестве достойной альтернативы такого базового и легкодоступного инструмента для создания и ведения простейших БД и каталогов мы предлагаем использовать Google Spreadsheets.

К преимуществам этого инструмента относятся:

– наличие SQL-подобного языка запросов в функционале формул (позволяет превратить таблицу в некоторое подобие БД с плоской струк-

турой и упрощённым использованием справочных таблиц) со всеми возможными запросами к массиву данных;

– использование JavaScript-подобного языка программирования Google Apps Script для расширения функционала (позволяет написать скрипты, которые будут выполнять некоторые функции, отсутствующие в стандартном наборе).

Коллективом специалистов-микологов из разных учреждений России была начата успешная работа по объединению данных научных публикаций по видовому составу грибов и лишайников России с использованием функционала Google Spreadsheets.

Структура таких БД представлена следующими листами:

– основная таблица Data с основными полями (в терминах DarwinCore): originalNameUsage – scientificName – bibliographicCitation – geography – stateProvince – federalProtectedArea – notes – genus – group;

– таблица с библиографическими записями (на основе полей End-Note);

– справочная таблица Species со списком названий видов и соответствующими каждому из них текущими принимаемыми названиями;

– справочные таблицы с информацией о регионах и ООПТ;

– таблица Account для запросов и анализа информации.

Наличие единой справочной таблицы Species (которая используется во всех наших подобных проектах) позволяет осуществлять в таблице Data автоподстановку значений scientificName на основе значений originalNameUsage, вносимых с помощью выпадающих списков проверки данных.

Синтакс такой формулы для автоподстановки во всех ячейках в scientificName (поле B) таблицы с данными: =query(Species!A:B;"select A where B="&A2&"""). Здесь "&A2&" – изменяемый адрес для каждой ячейки в таблице Data. Эта формула протягивается в столбце B для всех заполненных ячеек столбца A.

Следующая формула в таблице с данными позволяет извлечь название рода из названия вида (поле B): =query(split(B2;" ");"select Col1").

В таблице Account для получения уникального списка регионов (поле G), уже внесённых в таблицу Data, используется формула следующего вида: = sort (unique (query (Data!A2:M;"select G"))). Для подсчёта числа видов (поле B), которые учтены для того или иного региона (поле G) используется формула вида =countunique(query(Data!A\$2:M;"select B where G="&A2&"""). Здесь "&A2&" – изменяемый адрес для каждой ячейки в таблице Account. Эта формула протягивается в столбце B для

всех заполненных ячеек столбца А. Точно такой же синтаксис для любого другого списка значений, которое требуется подсчитать – ООПТ, роды, публикации и т.п.

Общее количество уникальных видов (или любых других значений) подсчитывается формулой вида = countunique (Data!B2:B).

Функционал Google Spreadsheets с вышеописанной структурой и формулами позволил реализовать два успешных проекта:

– базу данных по афиллофороидным грибам Европейской части России. Эта база данных объединяет данные 495 публикаций о видовом разнообразии грибов этой группы для каждого региона. Общее число выявленных видов – 1106;

– базу данных по грибам Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Fungal records database of Yugra – <https://fungariumysu.org/fredy>). Эта база объединяет данные около 70 публикаций о видовом разнообразии грибов всех групп, упоминаемых в этих работах, на территории округа. Общее количество выявленных видов достигло 3 тысяч.

Для совместного доступа и управления данными микологической коллекции БИН РАН (LE), так и региональных фунгариев, мы также применяем Google Spreadsheets – одновременный доступ к единой базе ряда специалистов позволяет использовать, изменять и анализировать единый массив данных, построенный по единому шаблону.

Функционал практически всех продуктов Google, включая Spreadsheets, может быть значительно расширен благодаря языку Google Apps Script. Использование кода на этом языке в скрипте, работающего с шаблоном в Google Docs, предлагается нами для создания этикеток.

Несмотря на удобство, простоту использования и доступность для всех желающих, мы рассматриваем Google Spreadsheets как инструмент для временных проектов по одновременному сбору данных от различных удалённых друг от друга специалистов. В дальнейшем данные из таких БД можно и нужно внедрять в более крупные порталы.

**БАЗА ДАННЫХ ПО СТРУКТУРЕ ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И
ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Т.Ю. Браславская¹, А.С. Пахов²

**DATABASE ON SHOOT-SYSTEM STRUCTURE OF WOODY
PLANTS: A TOOL FOR STUDY OF THEIR MORPHOLOGY AND
POPULATIONS**

T.Yu. Braslavskaya¹, A.S. Pakhoff²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва; e-mail: t-braslavskaya@yandex.ru

²Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики, г. Архангельск; e-mail: aleksander.pakhoff@yandex.ru

Современная тенденция в исследованиях модульной организации побеговых систем (ПС) у древесных растений морфологическими методами – получение и анализ большого объема количественной информации об иерархически соподчиненных модулях, из которых ПС состоит (Godin, 2000; Антонова и др., 2001). Чтобы эту информацию можно было удобно и надежно (без путаницы) использовать в анализе, она должна быть организована в базу данных (БД), то есть структурирована с соблюдением ряда универсальных формальных правил, а также с учетом специфики предметной области. В морфологии древесных растений эта специфика заключается как раз в многоуровневом иерархическом соподчинении модулей, причем различные характеристики каждого модуля сильно зависят от его позиции в ПС (отражающей его генезис). В связи с этим необходимо, чтобы в БД были поля не только для описательных характеристик модуля (размеров, сложности, календарного возраста, его типа в рамках какой-либо классификации и т.п.), но и для информации о его позиции в составе ПС. Нам такая БД потребовалась при исследовании морфологии ив с целью описания их онтогенеза и выявления диагностических признаков онтогенетических состояний и уровней жизнестойкости в различных условиях произрастания. Предварительный анализ литературы показал, что структуру БД придется разработать самостоятельно, поскольку в публикациях по вопросам количественного анализа морфологии ПС либо не представлены примеры табличной структуры первичных данных (Антонова и др., 2001), либо представлены таблицы, структура которых не соответствует правилам конструирования реляционных БД (Godin, 2000; Гашева, 2011), из-за чего невозможна автоматизированная безошибочная обработка данных (что и является целью создания БД).

В состав разработанной БД включены следующие иерархически соподчиненные таблицы: реестр пунктов проведения исследований, реестр учетных площадок с описанием даты и методики исследований и условий произрастания, реестр исследованных счетных единиц популяции (обычно – стволов) с их описательными характеристиками (название вида, онтогенетическое и жизненное состояние, общая высота, диаметр ствола; число таких счетных единиц на площадке и др.), реестр модулей в структуре ПС ствола. В качестве модуля ПС можно выделять элементарный побег (ЭП) в общеизвестном понимании морфологов (Грудзинская, 1960 – цит. по: Антонова и др., 2001; Жмылев и др., 2005) или же любой, хорошо отграничиваемый визуально, отрезок многолетней оси (ветви или ствола), в зависимости от объекта и задачи исследования. Для отображения в структуре БД информации о позициях модулей в составе ПС был использован подход В.А. Барта (Антонова, Барт, 2014), предложившего для вида с супротивным листорасположением и ветвлением систему кодировки соподчиненных ЭП. Нами была сделана модификация этого подхода, позволяющая работать с видами, имеющими очередное ветвление, а также кодировать многолетние модули. Код позиции модуля в ПС сделан составным: под каждую часть этого кода выделено поле в реестре модулей, правила заполнения таких полей (значениями по умолчанию или же иными оговоренными) позволяют отобразить, в состав какой из осей ПС включен конкретный модуль и каким по счету он возник в процессе нарастания этой оси. Остальные поля в реестре модулей предназначены для информации о размере (-ах) модуля, числе метамеров в его составе, хронологическом периоде, когда он сформировался, о его типе (однолетний – многолетний, вегетативный – репродуктивный, пролептический – силлептический и др.) и для неформализованных примечаний. По заданным критериям выбора можно создавать наборы записей с информацией о конкретных модулях (например, входящих в состав одной и той же оси или одной и той же ветви от ствола, или занимающих сопоставимые позиции в составе разных популяционных счетных единиц, или возникших в один и тот же период времени в составе разных осей или счетных единиц). Таким образом, разработанная структура БД позволяет хранить результаты исследований, проведенных не только на организменном, но еще и на популяционном уровне организации, в связи с чем БД получила название «Популяционная экология и биоморфология древесных растений». В настоящее время она реализована на платформе MS Access 2010. При необходимости БД может быть дополнена другими таблицами – например, реестром метамеров в составе модуля (междоузлий, листьев). Информацию, аккумулированную в такой БД, можно использовать при решении, как

нашей задачи, так и различных других морфологических или экологических задач (например, для расчетов суммарной продукции в популяции или сообществе).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (14-34-50640).

Литература

Антонова И.С., Азова О.В., Елсукова, Ю.В. Особенности строения и иерархии побеговых систем некоторых древесных растений умеренной зоны // Вестник СПбГУ. 2001. Сер. 3. Вып. 2. № 11. С. 67–78.

Антонова И.С., Барт В.А. О признаках морфологического строения кроны деревьев умеренной зоны и их использовании в практике моделирования // Фундаментальная и прикладная биоморфология в ботанических и экологических исследованиях: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (к 50-летию Кировского отделения Русского ботанического общества). Киров: ООО “Радуга-Пресс”. 2014. С. 54–59.

Гашева Н.А. К методике структурного изучения побеговых модулей *Salix* // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. № 12. С. 99–110.

Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Изд. 2-е, испр. и доп. М. 2005. 254 с.

Godin C. Representing and encoding plant architecture: a review // *Ann. For. Sci.* 2000. Vol. 57. P. 413–438.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ФИТОРАЗНООБРАЗИЮ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

А.В. Верховина^{1,3}, Р.К. Фёдоров^{2,3}

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM ON THE PHYTODIVERSITY OF BAIKAL SIBERIA

A.V. Verkhovina^{1,3}, R.K. Fedorov^{1,2}

¹*Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск*

²*Институт динамики систем и теории управления имени В. М. Матросова СО РАН, г. Иркутск*

³*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск*

Современные информационные технологии значительно упрощают формирование статистически значимых массивов данных и их анализ.

Увеличение скорости передачи данных посредством сети Интернет, развитие и стандартизация браузеров и сервисов (методов анализа данных, служащих для удаленного выполнения различных расчетов), создание центров хранения данных, развитие методологии «облачных вычислений» открывают большие возможности для использования информационных технологий при изучении фиторазнообразия.

Одним из самых перспективных подходов к формированию массивов данных, по нашему мнению, является краудсорсинг, позволяющий организовать создание общих информационных ресурсов множеством авторов.

В Иркутском научном центре СО РАН ведется разработка информационно-аналитической системы (ИАС) для интеграции, хранения, отображения, обработки и комплексного использования данных по биоразнообразию и обеспечения доступа к информации в сети Интернет. Система создана, чтобы снизить объемы технической рутинной работы, увеличить широту информационного поля, доступного исследователям, и обеспечить эффективный информационный обмен между ними. Одним из компонентов системы является ИАС по фиторазнообразию Байкальской Сибири, созданная на основе базы данных Гербария СИФИБР СО РАН (IRK), которая имеет свыше 45 тыс. записей и постоянно пополняется.

Созданная ИАС доступна по адресам <http://biodiv.isc.irk.ru/> и <http://geos.icc.ru/>. Архитектура разработанной ИАС системы является клиент-серверной. В качестве клиента выступает браузер. На стороне сервера используется система управления контентом Calypso, работающая на основе программной платформы Node.js, что позволяет создавать приложения, работающие одновременно с большим количеством пользователей, и использовать программный код JavaScript и на клиенте, и на сервере. Хранение данных осуществляется в системе управления базами данных PostgreSQL, в которой для поддержки работы с пространственными данными установлено расширение PostGIS. Для отрисовки карт на сервере используется MapServer, поддерживающий стандарт WMS (WebMapService). На стороне браузера используется набор JavaScript библиотек Web-разработки. Работа системы основывается на модели, описывающей таблицу, и включающей три компонента: описание структуры данных; отображение данных; логика работы формы. На основе модели создается таблица, формируется форма ввода и отображение данных в виде таблицы.

ИАС обеспечивает:

- ввод и редактирование данных с любого компьютера, подключенного к сети Интернет, с предоставлением удобного пользовательского интерфейса;
- отображение данных в виде карт, таблиц, форм печати и их вывод в обменном формате CSV;
- возможность добавлять новые поля в таблицу и параметры для анализа;
- надежное хранение данных;
- одновременную регламентированную работу пользователей с разграничения интеллектуальной собственности;
- использование единой системы базовых пространственных данных и разного рода тематических карт;
- проведение анализа данных с применением сервисов, поддерживающих стандарт Web Processing Service (WPS);
- импорт данных из различных форматов: Excel, Access, CSV и т.д.

В созданных таблицах можно выполнять сортировку данных по одному или нескольким полям и применять различные фильтры вместе или по отдельности. Возможен поиск по фрагменту текста, диапазону дат, пространственным фильтрам.

На основе стандарта WPS разработан ряд сервисов анализа данных, применимых и для анализа данных по фиторазнообразию:

- сервис расчёта плотности точечных объектов в ячейках регулярной сетки, производящий подсчет количества точек в ячейках;
- сервис расчёта плотности линейных объектов в ячейках регулярной сетки, подсчитывающий длину линейных объектов, проходящих в рамках каждой ячейки.
- сервис для построения карт транспортной доступности;
- сервис интерполяции точечных данных на ячейки регулярной сетки методом естественных соседей.

ИАС позволяет совместно анализировать данные для выявления зависимости распространения видов (групп видов) от различных факторов, например, изменения плотности населения в регионе, антропогенной нарушенности территории, величине и направлению транспортных потоков и т.д.

Благодаря созданию ресурса время, затрачиваемое на работу с гербарной коллекцией (в том числе ведение ее базы), инвентаризацию флор и

анализ информации существенно сократилось за счет снижения объемов технической рутинной работы.

**ОБ ИНДЕКСЕ РАЗНООБРАЗИЯ (ИНФОРМАЦИИ) К. ШЕННОНА
Ю.Л. Войтеховский**

**ON THE DIVERSITY (INFORMATION) INDEX BY C. SHANNON
Yu.L. Voytekhovsky**

Геологический институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: voyt@geoksc.apatity.ru

Доклад посвящён весьма распространённому в естественных науках – минералогии (Юшкин, 1977, 1985) и биологии (Мэгарран, 1992) – индексу видового разнообразия (информации) К. Шеннона (1963). Показаны концептуальные основы популярной формулы $H = - \sum p_i \log p_i$, не имеющие отношения к минералогическим и биологическим проблемам. Шенноновская энтропия – одна из многих свёрток статистического распределения, имеющая свои достоинства и недостатки. Среди последних – слабая чувствительность в центре поля вероятностей и, наоборот, сильная на его краях, где одна из вероятностей близка к 1, остальные – к 0. На практике это обстоятельство должно компенсироваться применением и других индексов разнообразия.

Литература

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.

Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 830 с.

Юшкин Н.П. Кристаллосимметричный анализ сложных минеральных систем. Препр. № 17. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1985. 40 с.

Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Л.: Наука, 1977. 291 с.

**СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ЧАСТИ ТИГИРЕЦКОГО ХРЕБТА (ЗАПАДНЫЙ АЛТАЙ) И
КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЕГО
РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

А.Е. Гнеденко, М.Ю. Грищенко, М.В. Бочарников

**STRUCTURE OF VEGETATION IN THE CENTRAL PART OF
TIGIRETSKY RANGE (WEST ALTAI) AND ITS LARGE-SCALE
MAPPING**

A.E. Gnedenko, M.Yu. Grichenko, M.V. Bocharnikov

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

Картографический метод исследования является одним из важнейших при выявлении пространственной структуры растительного покрова. Для горных территорий она выражается через структурно-динамические категории на высотно-поясном и внутри пояском уровнях.

Исследуемый район расположен в Западном Алтае, охватывает полный высотно-поясной спектр растительности Тигирецкого хребта (территория Тигирецкого государственного природного заповедника). Высокое флористическое и ценоотическое разнообразие территории обусловлено сложной экологической структурой и пограничным расположением территории на стыке природных биогеографических областей (Огуреева, 1980; Труды..., 2011).

Крупномасштабные карты растительности на изучаемую территорию ранее не составлялись, поэтому основными источниками информации для составления карты послужили спутниковые снимки. Использовались снимки высокого (30 м) и очень высокого (10 м) пространственного разрешения со спутников Landsat-8 и Spot-5 на июль 2014 и 2015 года, цифровая модель SRTM и данные полевых обследований, проведенных в июне-июле 2015 года. Учитывая, что растительность, как объект картографирования, имеет множество особенностей (сезонную изменчивость, сложную и неоднородную пространственную структуру) использовались снимки, полученные на один сезон, пространственное разрешение которых обеспечивает выделение типов растительных сообществ на уровне групп ассоциаций (Juel et al., 2015).

Проведено автоматизированное дешифрирование (неконтролируемая и контролируемая классификации снимков). Высокая пространственная изменчивость растительности гор, связанная с её дифференциацией по

высотному градиенту, требует особого подхода при выделении классов растительности (Пономарёв и др., 2010). Для повышения качества результатов дешифрирования по снимкам было выделено два участка: низкогорный и среднегорный.

Неконтролируемая классификация позволила оценить пригодность снимков со спутников Spot-5 и Landsat-8 для составления карты растительности масштаба 1:50 000 и выделить основные типы растительных сообществ. Для дальнейшей обработки был выбран снимок Spot-5, поскольку его пространственное разрешение выше и позволяет выделять типологические единицы растительности более низкого ранга. По итогам автоматизированного дешифрирования проведено визуальное дешифрирование для уточнения контуров и выделения сообществ, по спектральным характеристикам схожих с другими и поэтому не выделяющихся на автоматизированном этапе дешифрирования, даже с использованием обучающей выборки.

На основе составленной карты проведён анализ пространственной структуры растительного покрова. Всего было выделено четыре высотных пояса: альпийско-тундровый, субальпийский, горнотаёжный и лесостепной. Внутри каждого из них структура растительности характеризуется определёнными закономерностями, подчиняющимися экотопическим условиям.

В целом, на картографируемой территории наиболее представлен лесостепной пояс – 46% от общей площади. Горнотаёжный пояс по общей занимаемой площади несколько меньше – 35%. На высокогорную растительность (субальпийский и альпийско-тундровый пояса) приходится 13% и 6% соответственно. На основе составленной карты растительности и вспомогательных карт (крутизны, экспозиции, выпуклости-вогнутости склонов) установлены закономерности пространственной структуры растительного покрова Тигирецкого хребта. Для разных поясов экотопические условия обуславливают различия в структуре растительного покрова. В лесостепном, субальпийском и альпийско-тундровом поясах наблюдаются значительные экспозиционные и склоновые контрасты в распределении сообществ и связанное с ними формирование гетерогенных структур растительности (петрофитные серии, склоновые комбинации). Смена типов растительных сообществ в горнотаёжном поясе происходит, преимущественно, со сменой гипсометрического уровня.

В результате проведенной работы составлена карта растительности центральной части Тигирецкого хребта масштаба 1:50 000 и выполнен анализ пространственной структуры растительного покрова горной территории.

Литература

Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 189 с.

Пономарёв Е.И., Исмаилова Д.М., Назимова Д.И. Спутниковый мониторинг горных лесных экосистем на южной окраине бореальной области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. №1. С. 342–352.

Труды Тигирекского заповедника. Биота Тигирекского заповедника, вып. 4. Барнаул, 2011. 235 с.

Juel A., Groom G.B. Spatial application of Random Forest models for fine-scale coastal vegetation classification using object based analysis of aerial orthophoto and DEM data // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2015. Vol. 42. P. 106–114.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ CRYPTOGAMIC RUSSIAN INFORMATION SYSTEM

Д.А. Давыдов¹, А.В. Мелехин¹, Н.А. Константинова¹,
Е.А. Боровичев^{1,2,3}

POSSIBILITIES OF CRYPTOGRAMIC RUSSIAN INFORMATION SYSTEM

D.A. Davydov¹, A.V. Melekhin¹, N.A. Konstantinova¹, E.A. Borovichev^{1,2,3}

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: d_disa@mail.ru, melihen@yandex.ru, nadya50@list.ru

²Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: borovichyok@mail.ru

³Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия

Информационная система (ИС) Cryptogamic Russian Informations System – CRIS (<http://krabg.ru/cris/>) (Мелехин и др., 2013) разработана в качестве инструмента для внесения, хранения, организации, поиска и вывода первичных данных по биоразнообразию и обеспечения свободного и удобного доступа к ним.

На февраль 2017 г. в ИС включены данные по образцам из гербария мохообразных, лишайников и цианопрокариот Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра РАН (КРАБГ), гербария грибов и мохообразных Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН (ИНЕР), гербария печеноч-

ников Ботанического сада-института ДВО РАН (VBGI), коллекции культур цианопрокариот ПАБСИ КНЦ РАН, коллекция культур цианопрокариот John Carroll University (JCUCC) и живых культур цианопрокариот и водорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO).

В настоящее время в CRIS содержатся данные этикеток 75265 образцов, в том числе, 62288 записей мохообразных, 11091 лишайников, 582 грибов и 1304 записей цианопрокариот. В ИС в основном представлены данные по Мурманской области и Шпицбергену, но также и по другим регионам России, Европы и Северной Америки.

ИС CRIS позволяет интегрировать все виды данных о биоразнообразии: материалы гербариев, коллекций, наблюдений, литературные данные, сведения о ДНК-последовательностях и фотографии видов, связанные с конкретными образцами.

CRIS не является аналогом GBIF или EOL. ИС CRIS-типа, являясь поставщиками данных для ИС GBIF-типа (направленных на хранение и вывод уже где-то сформированных массивов данных), пока незаменимы в деле первичного ввода, организации коллекционных данных и отслеживания гербарного обмена. При этом, хотя CRIS формально обладает функционалом GBIF, на практике наиболее оптимально использовать сильные стороны обоих типов ИС.

ИС CRIS доступна в интернете, причем незарегистрированный пользователь имеет доступ к минимальному набору выборок и возможность сортировки данных по интересующему его запросу. Зарегистрированный пользователь имеет доступ ко всем выборкам. Инсератор имеет возможность вносить и редактировать данные в раздел ИС только своей коллекции. Куратор раздела может редактировать данные в любых коллекциях в пределах своего раздела (по группам организмов). Администратор имеет доступ ко всем разделам и коллекциям, осуществляет контроль за функционированием ИС, занимается обеспечением безопасности ИС и данных, а также созданием новых инструментов и выборок по запросам кураторов и инсераторов.

При использовании данных CRIS, помимо первоисточника данных (например, номера гербарного образца) и автора, необходимо дать ссылку на соответствующий раздел CRIS со ссылкой на этот интернет ресурс.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-29-02662).

Литература

Мелехин А.В., Давыдов Д.А., Шалыгин С.С., Боровичев Е.А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрока-

риот и лишайников CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 2013. Т. 118. Вып. 6. С. 51–56.

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЦИАНОПРОКАРИОТ ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫНЬ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ CRIS

Д.А. Давыдов

STUDY OF THE CYANOPROKARYOTES DIVERSITY OF POLAR DESERTS OF THE NORTHERN HEMISPHERE BASED ON INFORMATION SYSTEM CRIS

D.A. Davydov

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: d_disa@mail.ru

Цианопрокариота (Cyanobacteria) широко распространены и занимают особое место в водных и наземных арктических экосистемах. Это связано с уникальной способностью цианопрокариот осуществлять оксигенный фотосинтез и фиксировать молекулярный азот, что определяет их важную роль в создании органического вещества в водоемах и почвах высоких широт.

Цианопрокариоты в наземных местообитаниях полярных пустынь образуют заметные обрастания на поверхности и в толще почвы. При сниженной конкуренции со стороны высших растений цианобактериальные пленки и маты занимают значительные площади. Они заселяют поверхность каменистых субстратов и скальных обнажений, внедряются в трещины.

Взгляды на зональное деление растительности высокоширотных регионов Земли различаются у разных авторов. В настоящей работе мы следуем традициям российских исследователей, выделяющих зону полярных пустынь и тундровую зону (Александрова, 1977; Aleksandrova, 1988).

Изучение видового состава цианопрокариот полярных пустынь имеет относительно небольшую историю. Подробный обзор имеющихся работ был сделан нами ранее (Патова и др., 2015).

Для выявления видового состава цианопрокариот полярных пустынь литературные указания из имеющихся источников и собственные сборы автора были внесены в информационную систему CRIS в раздел

CYANOpro (<http://krabg.ru/цыанопро/>) (Мелехин и др., 2013). Используя функцию фильтрации массива данных по произвольной территории были проведены выборки полигонов границ зон различных районов и зоны полярных пустынь в целом. В результате получены списки видов, отражающие современное биоразнообразие цианопрокариот и состоянии его изученности.

Всего в полярных пустынях Северного полушария насчитывается 161 вид цианопрокариот. Большая часть видов (147) обнаружена в Баренцево-морской провинции этой зоны, включающей о. Северо-Восточная Земля на арх. Шпицберген, арх. Земля Франца-Иосифа и северную оконечность Новой Земли. Сибирская провинция (арх. Северная Земля, северная оконечность Таймыра) насчитывает только 45 видов. Канадская провинция практически не изучалась, и для неё известно лишь 4 вида.

С переходом от суровых условий полярных пустынь к арктическим тундрам число видов цианопрокариот закономерно возрастает. Здесь насчитывается 452 вида цианопрокариот. Общих видов, встреченных в зоне полярных пустынь и в арктических тундрах – 125, коэффициент сходства Сьеренсена довольно высок и составляет 41%. Лишь 31 вид цианопрокариот полярных пустынь не произрастает при этом и в тундрах. Все это довольно широко распространенные виды, вероятность, обнаружить которые в тундровой зоне высока.

Наиболее хорошо на данный момент изучены полярные пустыни арх. Шпицберген. Здесь выявлено 118 видов цианопрокариот. Флора арх. Земля Франца-Иосифа, который целиком входит в зону полярных пустынь, насчитывает 69 видов. Видовое сходство невелико (коэффициент Сьеренсена 26%), общими являются только 25 видов, по преимуществу, это типичные гидрофиты. Вероятно, дальнейшее изучение наземных цианопрокариот Земли Франца-Иосифа позволит нивелировать эту кажущуюся флористическую разницу.

Более близки между собой флоры цианопрокариот Земли Франца-Иосифа и Северной Земли. Коэффициент сходства этих двух флор составляет 33%, но число общих видов также невелико (18).

Небольшое число видов, известное для территории полярных пустынь, конечно, не является объективным отражением действительности, а свидетельствует о недостаточной изученности флоры цианопрокариот. Очевидно, что вся территория высокоширотной Арктики нуждается в дальнейших исследованиях.

Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ № 15-04-06346, № 15-29-02662.

Литература

Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л.: Наука, 1977. 188 с.

Мелехин А.В., Давыдов Д.А., Шалыгин С.С., Боровичев Е.А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрокариот и лишайников CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // Бюлл. Моск. о-ва исп. природы. Отд. биол. 2013. Т. 118, вып. 6. С. 51–56.

Патова Е.Н., Давыдов Д.А., Андреева В.М. Цианопрокариоты и водоросли / Растения и грибы полярных пустынь северного полушария. Санкт-Петербург: изд-во «МАРАФОН», 2015. С. 133–166.

Aleksandrova V.D. Vegetation of Soviet polar desert. Cambridge University Press. 1988. 228 p.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРΟΣЛЯМ ЕВРО-АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА Д.Б. Денисов, А.Л. Косова

CREATION OF THE EURO-ARCTIC DIATOMS DATA BASE

D.B. Denisov, A.L. Kosova

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: denisov@inep.ksc.ru

Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) – наиболее широко распространенная и богатая в таксономическом отношении группа водорослей. Ими освоены всевозможные местообитания во всех поверхностных водах Земли, а также наземные биотопы. Особенно велики видовое разнообразие и численность диатомей в высокоширотных водоемах обоих полушарий, так как низкие температуры не являются лимитирующим фактором для большинства видов.

Специальные исследования диатомовых водорослей Евро-Арктического региона начались с 30-х годов XX века и активно продолжаются в настоящее время (Каган, Денисов, 2002). Создана уникальная аннотированная коллекция диатомовых водорослей, включающая описания древних и современных, морских и пресноводных диатомей (Каган, Денисов, 2011; Каган, 2012), хранящаяся в гербарии ИППЭС КНЦ РАН (INEP). Накоплен значительный объем данных по диатомовым водорослям из разнотипных водных объектов. На современном этапе в ИППЭС КНЦ РАН проводятся комплексные палеоэкологические исследования с

применением диатомового анализа, направленные на реконструкцию различных долговременных процессов, происходящих в водоемах региона, таких как преобразование экосистем в связи с промышленным загрязнением и климатическими изменениями, а также реконструкции различных параметров водной среды на основе диатомовых моделей. Широко развернулись исследования долговременной и пространственной динамики таксономического разнообразия современных диатомовых ценозов, а также биоиндикация качества среды на основе экологических характеристик диатомей.

В этой связи актуальной задачей представляется систематизация, хранение и обработка накопленной информации. Для реализации этой задачи нами была разработана экологическая база данных (БД), содержащая информацию о водорослях Евро-Арктического региона (в первую очередь – диатомовых), их видовом составе, количественных характеристиках, местах и сроках их нахождения, получившая название «Водоросли Евро-Арктического региона» (БД ВЕАР).

Разработка БД была начата в 2010 г, после чего последовал целый ряд усовершенствований исходя из опыта эксплуатации. К настоящему времени БД представляет собой отдельный функциональный комплекс, позволяющий вводить и редактировать разнородные численные данные и текстовую информацию, выполнять поиск по виду водорослей или объекту исследования (месту обнаружения). БД была создана на основе СУБД MicrosoftAccess, и организована в виде взаимосвязанных таблиц, в которых хранится первичная информация в определенных форматах. По своим возможностям и интерфейсу таблицы на базе MSAccess совместимы с другими приложениями MSOffice, что значительно упрощает работу с данными, их компоновкой, выбором, анализом, графическим представлением.

Структура БД ВЕАР включает 5 электронных таблиц, связанных ключевыми полями. Все таблицы нормализованы и содержат информацию строго определенного содержания. Группы таблиц «Место отбора проб» и «Место отбора проб донных отложений (ДО)» содержат информацию об объектах исследования: номер водоема, название водоема, дата отбора, географические координаты, глубина отбора, примечания. Другая группа таблиц – «Данные о диатомовых в ДО» и «Данные о водорослевых сообществах» – содержит первичные данные: номер водоема, слой ДО, номер рода, номер вида и количество. Получение и сортировка данных осуществляется посредством запросов. Они позволяют найти определённые данные среди нескольких таблиц, а также создать или обновить данные.

Ключевым элементом работы БД является ее совместимость с обновляемой экологической БД разработанной С.С. Бариновой с соавторами (2006), что позволяет получить информацию об экологических характеристиках интересующего пользователя таксона. Эти данные являются пятой таблицей в структуре БД ВЕАР.

Таким образом, БД ВЕАР позволяет решить следующие задачи: 1. Хранение и систематизация данных ранних и современных исследований водорослей; 2. Обеспечение удобного внесения вновь полученных данных пользователями; 3. Оптимизация аналитической работы – интеграция экологических характеристик водорослей, удобный импорт и экспорт данных в среде MS Office; 4. Выполнение элементов сравнительного системного анализа при комплексных экологических исследованиях.

Практическая значимость БД заключается в структурированном хранении первичной информации по всем исследованным водоемам. На данный момент, база данных содержит сведения о водорослевых сообществах 93 водоемов (292 точки отбора), о диатомовых комплексах донных отложений 10 озер Мурманской области, водоемов бассейна реки Патсойоки (Паз) на территории России, Норвегии и Финляндии. База данных пополняется по мере получения новой информации, в частности, сопровождается расширением коллекции диатомовых водорослей.

Перспективы дальнейшего развития БД ВЕАР связаны с необходимостью интеграции дополнительной информации, расширяющей возможности системного анализа данных. Так, БД может быть дополнена гидрохимическими данными и результатами анализа содержания химических элементов в ДО.

Литература

Барина С.С., Медведева, Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, PiliesStudio. 2006. 498 с.

Каган Л.Я. Диатомовые водоросли Евро-Арктического региона: аннотированная коллекция (древние и современные морские и пресноводные). / Под ред. Д.Б. Денисова, Н.А. Кашулина. Апатиты: КНЦ РАН, 2012. 209 с.

Каган Л.Я., Денисов Д.Б. Исследования диатомей на Кольском полуострове в XX веке. // Морфология, экология и биогеография диатомовых водорослей: Сб. тез. VIII школы диатомологов России и стран СНГ/ Под. ред. С.И. Генкала; Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, Борок, 2002. 38–39 с.

Каган Л.Я., Денисов Д.Б. Коллекция диатомовых водорослей Евро-Арктического региона // Материалы XII международной научной конференции диатомологов, посвященной 120-летию со дня рождения А.И. Прошкиной-Лавренко (19-24 сентября 2011 г.). М: Университетская книга, 2011. С. 36–38.

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМ МАЛОНАРУШЕННОГО ЛЕСНОГО
МАССИВА В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ, ДВИНО-
МЕЗЕНСКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ
(АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.)**

Н.В. Динкелакер¹, А.Т. Загидуллина², Д.Б. Кольцов³

**MAPPING, ECOLOGICAL AND ECONOMICAL ASSESSMENT OF
OLD-GROWTH FOREST IN THE MIDDLE TAIGA, IN DVINO-
MEZENSKY LANDSCAPE PROVINCE
(ARKHANGEL'SK PROVINCE)**

N.V. Dinkelaker¹, A.T. Zagidullina², D.B. Koltsov³

¹Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург; e-mail: nvdinkelaker@mai.ru

²Санкт-Петербургский институт лесного хозяйства, г. Санкт-Петербург

³Прозрачный мир, г. Москва

В докладе представлены результаты обследований самой южной малонарушенной лесной территории Баренцева региона, где на значительной площади сохранились коренные леса, имеющие большое значение для сохранения биоразнообразия Северо-Запада России. Обнаружены многочисленные новые местонахождения редких сообществ, уязвимых видов сосудистых растений, мохообразных, лишайников, грибов и позвоночных животных. Массив, в том числе, является местом обитания, воспроизводства и миграций лесного северного оленя (Загидуллина и др. 2017, в печати). Авторами предпринята попытка выполнить дистанционное выделение классов местообитаний и эколого-экономическую оценку для зонирования территории по уязвимости объектов биоразнообразия.

В ходе работы авторами использовались: 1) маршрутное обследование территории для выявления разнообразия экосистем и объектов растительного мира и микобиоты; 2) описание растительных сообществ по стандартным геоботаническим методикам 3) сбор плодовых тел макромицетов, образцов мохообразных и лишайников и определение собранного материала в лабораторных условиях; 4) обследование животного мира

(видовой состав, местообитания) и учетные работы по стандартной методике ЗМУ); 5) сбор опорных точек (описаний с учетом мертвой древесины) для дистанционного выявления классов местообитаний; 6) выделение предпочтительных категорий местообитаний редких и уязвимых видов, как занесенных в перечни охраняемых, так и рекомендуемых к охране, по данным полевых исследований, на основании литературных данных и экспертных сведений. 7) создание единой базы данных сведений о находках редких и уязвимых видах, частично размещенной на платформе открытых данных по биоразнообразию <https://plutof.ut.ee>.

Выполнено дешифрирование дистанционной спутниковой информации (Landsat-8 и Sentinel-2 (www.glovis.usgs.gov)). Исходные растры были склеены в композит (*.IMG). Из получившегося композита была вырезана территория в границах интересов с усреднением гистограммы. Дальнейшая классификация классов растительного покрова ДЗЗ выполнялась по методу решающих деревьев с помощью модуля DT Classifier, реализованного в NextGIS. Выполнено выделение категорий растительного покрова (путем эмпирического анализа количественных сочетаний классов пикселей совместно с полевыми данными о составе древостоя, положением в рельефе). Однородные контуры нанесены на схемы. Проведена интеграция экологических требований видов, баз данных их точечных ареалов, трехмерных моделей рельефа, дешифрирования дистанционной спутниковой информации и лесотаксационных данных с помощью средств ГИС, в результате чего были получены картосхемы потенциальных местообитаний для редких и уязвимых групп биоты.

На основании данной информации выполнена эколого-экономическая оценка неизбежного вреда охраняемым и хозяйственно-важным недревесным компонентам экосистем малонарушенного лесного массива, с учетом зон с различной степенью негативного воздействия от лесохозяйственной деятельности, с использованием утвержденных такс и методик расчета вреда животному миру и охраняемым видам растений, грибов и лишайников. Фактически, в настоящее время в природоохранной практике денежная компенсация вреда этим группам организмов предусмотрена только при выявлении правонарушений и не предусмотрена для проектов хозяйственной деятельности. Выявлено сложившееся противоречие в законодательстве, связанное с тем, что компенсация неизбежного вреда при намечаемой хозяйственной деятельности в виде выплаты ущерба за правонарушение в настоящее время невозможна и не необходима, что ведет к возникновению предпосылки неизбежного правонарушения. Единственным механизмом снижения негативного воздействия на стадии

проектирования является планирование и расчет стоимости природоохранных мероприятий, которому должно уделяться особое внимание при разработке проектов хозяйственной деятельности.

В настоящей работе выполнен расчет стоимости компенсационных мероприятий при продолжении лесохозяйственной деятельности в рассматриваемом малонарушенном лесном массиве. Показано, что стоимость компенсационных мероприятий в том объеме, который позволит восстановить популяции и местообитания редких, уязвимых и хозяйственно ценных видов лесного массива, в принципе может быть рассчитана только при условии запрета рубок. Даже в этом случае стоимость компенсационных мероприятий значительно превышает денежный размер вреда этим ресурсам, рассчитываемый в случае их уничтожения, при расчете последнего по утвержденным методикам.

Проведенная сравнительная оценка вреда рассматриваемым видам и их среде обитания показывает, что затраты на компенсационные мероприятия и выплаты вреда при правонарушении, связанном с уничтожением таких видов и их местообитаний, могут быть снижены путем внедрения селективного подхода к рубкам, обеспечивающего сохранность ценных местообитаний для редких, уязвимых и хозяйственно-полезных видов животных, растений, грибов и лишайников. При этом эффективность сохранения ценных природных ресурсов в количественном отношении также значительно увеличивается.

**ИССЛЕДОВАНИЕ БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РУБЕЖЕЙ В
РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА Р. АМУР ПУТЕМ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
С.В. Дудов, К.В. Дудова, Н.С. Гамова**

**STUDY OF PHYTOGEOGRAPHICAL BOUNDARIES IN RUSSIAN
AMUR BASIN BY MODELLING OF VASCULAR PLANTS
DISTRIBUTION**

S.V. Dudov, K.V. Dudova, N.S. Gamova

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, г. Москва; e-mail: serg.dudov@gmail.com

Одной из фундаментальных проблем биогеографии является изучение пространственной организации растительного покрова. В сравнительной флористике и ботанической географии в течение многих десяти-

летий идет поиск подходов к количественному анализу флористических данных и выявлению ботанико-географических закономерностей. Традиционно такой анализ проводится на основе флористических списков равных или примерно равных по площади территорий произвольной формы – административных районов, единиц природного районирования, либо по регулярной сетке. При этом пространственные границы устанавливаются не по признакам самой флоры, а на основе ландшафтных, геоморфологических или иных выделов, что априорно вносит в исследование упрощенное допущение дискретности флористических выделов. Инструментом анализа также традиционно выступает исследование ареалов видов (Толмачев, 1974), однако вопрос проведения их границ в современной науке до конца не решен.

В качестве возможного пути исследования распространения видов и дифференциации фиторазнообразия может рассматриваться моделирование пространственного распространения (англ. *Species distribution modelling*) – динамично развивающееся направление биогеографии, позволяющее установить связь точек полевых наблюдений видов и факторов окружающей среды и предсказать, таким образом, распространение видов. В отечественной науке данный подход только начинает получать развитие, хотя актуальность его очевидна: возможность использования дистанционных методов для исследования труднодоступных и слабоизученных районов позволяет экстраполировать имеющиеся разобщенные литературные и коллекционные данные, а также планировать эффективное полевое обследование территории. Одновременно в арсенале исследователя появляется возможность количественно оценить вклад факторов среды в формирование ареала вида.

Территория настоящего исследования – российская часть долины р. Амур (Забайкальский край, Амурская область, Еврейская автономная область, Хабаровский и Приморский края) – является зоной контакта фитохорионов высокого ранга и представляет собой миграционный путь для многих видов растений. Соответствующие ботанико-географические закономерности в течение долгого времени являются темой многочисленных публикаций. Цель нашей работы – исследовать ботанико-географические рубежи в российской части басс. реки Амур путем моделирования распространения видов и установить зависимость пространственного распределения ключевых видов от климатических и орографических факторов окружающей среды на территории басс. реки Амур. Для решения данной задачи мы выбрали 100 видов сосудистых растений, имеющих различную конфигурацию ареалов в Приамурье, относящихся к

разным флороценогическим комплексам, и имеющих разное зонально и высотно-поясное тяготение. Ряд видов является диагностическими для синтаксонов высокого ранга, а 42 вида находятся под охраной на региональном и российском уровне. В настоящем сообщении рассмотрены модели для 17 видов из этого списка.

Для выбранных видов проведена инвентаризация пяти основных гербариев России: LE; MW; MHA; VLA. Информацию с гербарных этикеток (географическое положение пункта сбора, характеристика местообитания, коллектор, дата) вносили в базу данных. Координатная привязка была указана на этикетках менее чем в 50 % случаев, поэтому большую часть точек находок привязывали, опираясь на словесные описания. Для работы выбрана точность привязки около 1-2 км. Точки находок, которые не удавалось привязать с заданной точностью, исключены. Всего отсеивали от 40 до 70% всех образцов.

Для экстраполяции точек находок и получения моделей ареала использованы данные климатических моделей и дистанционного зондирования:

- Климатическая модель WorldClim (Hijmans et al., 2005) – 19 биоклиматических метрик;
- Модель глобальной динамики и географической дифференциации облачности (Wilson, Jetz, 2016), построенная на основе многолетнего набора ежедневных снимков спутникового радиометра MODIS;
- Данные о глобальной гетерогенности местообитаний (Tuanmu, Jetz, 2015);
- Карта наземного покрова России (Bartalev et al., 2003), построенная на спутниковых снимках низкого разрешения SPOT.

Из анализа были исключены водные объекты путем маскирования. Использована маска водных объектов MOD44W. Для построения моделей ареала использован метод максимальной энтропии (Phillips, Dudik, 2008), реализованный в программе MaxEnt (MaximumEntropySpeciesDistributionModelling, Version 3.3.3e; www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/). Каждую модель строили в 20-й повторности, в ходе моделирования исходная выборка случайным образом разбивалась на обучающий (60%) и тестовый (40%) наборы данных (метод повторяющейся выборки – *subsample*) (Phillips, Dudik, 2008). Качество моделей оценивали статистически с использованием метрики AUC для обучающих и тестовых данных и экспертно.

Статистическая оценка показывает высокое качество полученных моделей. Наибольший вклад, до 80–90%, в модели ареалов внесли климатические переменные, причем вклад переменной, отражающей распреде-

ление среднегодовых температур, больше у неморальных видов океанического тяготения (*Carex siderosticta*, *Caulophyllum robustum*), а переменных, связанных с осадками – у степных дауро-монгольских *Chrysanthemum mongolicum*, *Ribes diacantha*, *Scutellaria baicalensis*. Переменные, описывающие параметры облачности, оказались значимыми для формирования точности прогнозирования. Преимущественная роль климатических параметров в моделях ареалов видов басс. реки Амур подтверждает, таким образом, тезис В.Б. Сочава о пацифическом влиянии, определяющем структуру растительность басс. реки Амур на макроуровне (Сочава, 1980).

Построенные впервые для бассейна Амура картографические модели ареалов дают новые данные о распространении выбранных видов. По завершению работы над проектом планируется получить данные об изменении экоареала видов в пределах обширной территории, выявить тенденции изменения распространения видов. Результаты реализации проекта дадут представление о распространении редких и охраняемых видов с высоким уровнем детальности. Анализ распространения ценологических групп видов позволит наметить потенциальное распространение синтаксонов высокого ранга в басс. реки Амур и даст задел для дальнейших исследований.

Исследование поддержано грантом РФФИ 16-35-00505 мол_a.

Литература

Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука. 1980. 256 с.

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

Bartalev S.A. et al. A new SPOT4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia // International Journal of Remote Sensing. 2003. V. 24, №9. P. 1977–1982.

Hijmans R.J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology 2005. V. 25. P. 1965–1978.

Phillips S.J., Dudík M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation // Ecography. 2008. V. 31, № 2. P. 161–175.

Tuanmu M.N., Jetz W. A global, remote sensing-based characterization of terrestrial habitat heterogeneity for biodiversity and ecosystem modelling // Global Ecology and Biogeography. 2015. V. 24, № 11. P. 1329–1339.

**КОНЦЕПЦИЯ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ БИБЛИОТЕКИ
СПЕКТРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА**

М.В. Зимин¹, О.В. Тутубалина¹, Е.И. Голубева¹, У.Г. Рис²

**CONCEPT OF THE STRUCTURE AND CONTENT OF THE NORTH
PLANTS SPECTRAL SIGNATURES LIBRARY**

M.V. Zimin¹, O.V. Tutubalina¹, E.I. Golubeva¹, W.G. Rees²

¹*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, г. Москва; e-mail: zimintv@mail.ru*

²*Институт полярных исследований им. Р. Скотта, Кембриджский университет, г. Кембридж, Великобритания; e-mail: wgr2@cam.ac.uk*

Современный уровень развития средств дистанционного зондирования, обусловил необходимость создания методических подходов для анализа новой пространственной информации. Применительно к использованию гиперспектральной съемки стоит говорить о развитии направления по созданию баз данных спектральных образов различных подстилающих поверхностей. Использование десятков и сотен узких спектральных каналов позволяет выявлять значительно большее количество дешифровочных признаков различных объектов и их свойств. Но для формирования знаний о реальных качественных и количественных характеристиках дистанционно изучаемых объектов, необходимо их всестороннее изучение наземными методами.

Открытый доступ к материалам гиперспектральной космической съемки со спутника EO-1 (камера Hyperion), появление отечественной гиперспектральной аппаратуры (ГСА) на спутнике «Ресурс-П», наряду с использованием классических съемочных систем кадастровых и ресурсных спутников в направлении тематического дешифрирования, определяет востребованность направления создания библиотек спектральных образов.

В качестве пилотной версии разработана спектральная библиотека для растений района исследований в центральной части Кольского полуострова.

Развитие направления по созданию библиотеки спектральных образов ведется авторами с 2011 г., когда по Программе развития МГУ был получен гиперспектрорадиометр FieldSpec3 Hi-Res фирмы ASDInc., предназначенный для измерения абсолютных значений энергетической яркости и КСЯ с разрешением от 3 нм (350-1000 нм) до 10 нм (1000-2500 нм).

В период 2011–2013 гг. была отработана методика измерений и получено около 200 спектральных образов фрагментов растительности для будущей библиотеки (Зимин и др., 2014), а в 2014 г. работа была углубле-

на в рамках проекта спектральной библиотеки арктических растений (SpectralLibraryofArcticPlants), реализуемого по программе ЕС в поддержку сети научных и образовательных арктических станций INTERACT (www.eu-interact.org) (Голубева и др., 2014).

Полевые измерения спектров растений выполнялись в Хибинском горном массиве, в районе оз. Имандра и в Ловозерском горном массиве, как контактным, так и бесконтактным методами. Основной акцент в настоящее время сделан на измерении спектров типичных видов растений. В полученной коллекции спектров учтены вариации спектрального образа для отдельного вида, связанные с различием условий произрастания (например, увлажнением, экспозицией и крутизной склонов, свойствами почв и др.) и характером и степенью техногенного воздействия. Для всех образцов фиксировались местоположение, подробные описания и делались фотографии. Изучаемые объекты измерены либо *in situ*, либо в условиях полевой лаборатории, в день отбора образца.

Особенность создаваемой библиотеки заключается в ее реализации в виде геопортала, где спектры объектов пространственно привязаны и ассоциированы с картографическими материалами и наборами спутниковой съемки (Касимов и др., 2015). Библиотека создана в рамках программы Геопортал МГУ (Касимов и др., 2013).

Была разработана структура базы данных, специализированный профиль метаданных для описания данных спектрометрирования и архитектура геопортала. Прототип геопортала размещен на облачном сервисе. База данных геопортала содержит следующие элементы: точки спектрометрирования, таблицы спектрометрирования, фотографии образцов проб, космические снимки, схемы дешифрирования. Таблицы спектрометрирования и фотографии образцов привязаны к точкам по уникальным идентификаторам. Для облегчения работы с данными в режиме онлайн основные спектрометрические характеристики вынесены в отдельную таблицу и используются при публикации картографического сервиса для геопортала. Полные данные спектрометрирования с графиками доступны по ссылке в виде файлов MicrosoftExcel, предоставленных на FTP-сервере.

Концепция создания библиотеки спектральных образов растений включает следующие принципы:

- необходимость использования высококачественного калиброванного измерительного оборудования, обеспечивающего подробные и достоверные данные;
- применение обоснованных и хорошо документированных методик измерений;

- выбор наиболее типичных видов растений в их характерных местообитаниях и состояниях, например, доминантные виды растений в основных фенологических фазах;

- обеспечение удобства пользования спектральной библиотекой, в том числе, доступ через сеть Интернет, возможность поиска по территории, типу объекта, времени измерений, просмотр данных онлайн, экспорт данных из библиотеки для просмотра и анализа в программном обеспечении пользователя.

Данные исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ: 15-05-01788, 17-05-41173, 13-05-12061 офи-м.

Литература

Голубева Е.И., Зимин М.В., Тутубалина О.В., Рис У.Г., Червякова А.А., Деркачева А.А. Методы изучения спектральных образов и биохимических особенностей растений Кольского полуострова для интерпретации ДДЗ. // Материалы 6 молодежной научной конференции «Дистанционное зондирование компонентов природной среды: получение, обработка и анализ данных». Институт географии РАН Москва, 2014. С. 6–11.

Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис Г.У. Методика наземного спектрометрирования растений Арктики для дешифрирования космических снимков // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2014. № 4. С. 34–41.

Касимов Н.С., Голубева Е.И., Лурье И.К., Зимин М.В., Самсонов Т.Е., Тутубалина О.В., Рис У.Г., Михеева А.И., Аляутдинов А.Р. Библиотека спектральных характеристик географических объектов в структуре Геопортала МГУ // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. № 5. С. 3–8.

Касимов Н.С., Зимин М.В., Тутубалина О.В., Ботавин Д.В. Геопортал МГУ - инновационная база для географических исследований // Информатизация географических исследований и пространственное моделирование природных и социально-экономических систем. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 42–56.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА О РАСПРОСТРАНЕНИИ
ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA*
НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ GBIF
Н.В. Иванова^{1,2}, М.П. Шашков^{1,2}**

**THE INFORMATION SYSTEM ON DISTRIBUTION
OF PROTECTED LICHEN *LOBARIA PULMONARIA*
BASED ON GBIF DATA STANDARDS
N.V. Ivanova^{1,2}, M.P. Shashkov^{1,2}**

¹Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
г. Пушкино, Московская область

²Пуцинский государственный естественно-научный институт, г. Пушкино, Московская
область; e-mail: Natalya.dryomys@gmail.com

В работе описана структура открытой информационной системы (ИС) о распространении охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., разработанной на основе стандартов Глобальной информационной системы по биоразнообразию GBIF.

Ядром ИС является реляционная база данных о находках лобарии легочной, разработанная на основе СУБД PostgreSQL, которая состоит из 55 таблиц и 9 представлений (views). Для описания находок использован стандарт Darwin Core, DwC (Wieczorek et al., 2012), который является основным стандартом описания данных в GBIF. DwC представляет собой набор терминов (terms), описывающих свойства объектов, и правил их использования. Стандарт позволяет описывать по единой схеме данные о коллекционных образцах, полевые находки, данные, полученные с помощью автоматических регистраторов (фотоловушек), сведения об окаменелостях, а также хранить как исходную («verbatim»), так и формализованную информацию о находках (коллекционных образцах). Кроме того, с помощью терминов DwC можно описывать данные о районах исследований, где целевые виды обнаружены не были, что позволяет использовать этот стандарт для решения задач мониторинга популяций редких видов.

Для разработки базы данных о распространении *Lobaria pulmonaria* нами использовано 65 из более чем 180 основных терминов DwC, а также дополнительно 8 терминов, не предусмотренных стандартом. Все эти термины были структурированы в справочные и рабочие таблицы. Рабочие таблицы организованы в три логических блока: (1) описание района находки (содержание соответствует разделу «Location» стандарта DwC); (2) описание местообитания (используются термины раздела «Event» стандарта DwC и дополнительные термины, не предусмотренных стан-

дартом); (3) собственно описание находки (содержание соответствует разделу «Occurrence» стандарта Dwc). Отметим, что в Dwc для как можно более подробного описания находок предусмотрено множество полей. Далеко не все из них представляется возможным заполнить для каждой записи в базе, поэтому для каждого логического блока была составлена одна таблица с обязательными полями и несколько – с дополнительными. Подобный подход способствует сохранению реляционных принципов организации базы данных (Codd, 1972) и соблюдению правил нормализации (Дейт, 2005).

Собранные в базе данные опубликованы на глобальном портале GBIF.org (doi:10.15468/uennht). Соответствующий набор данных (dataset), сформированный в IPT-инсталляции Института математических проблем биологии РАН, динамически связан с базой данных SQL-запросом. Выполнение этого запроса создает в IPT таблицу находок с Dwc-заголовками полей (в формате CSV-файла.), которая, в свою очередь, публикуется на глобальном портале. При такой процедуре публикации данные в GBIF обновляются после внесения новых записей в локальную базу и запуска запроса. Опубликованные данные доступны для загрузки всем зарегистрированным пользователям портала GBIF.org и распространяются по открытой лицензии CC-BY (Creative Commons Attribution 4.0), цитирование осуществляется в соответствии с правилами глобального портала.

В режиме просмотра данные базы и метаданные на русском языке доступны на ресурсе Lobaria.ru. Сайт под управлением web-сервера Apache построен на основе системы управления содержимым (CMS) Drupal 7. Пользователям доступна интерактивная карта распространения лобарии легочной и имеющаяся атрибутивная информация о находках. Для визуализации используется картографический сервис GoogleMaps (через API) и векторные слои, представленные в формате KML.

Таким образом, использование стандартов и процедур публикации, принятых в GBIF, позволило объединить разрозненные данные о находках *Lobaria pulmonaria*, полностью сохраняя авторство исходных данных, информацию об их источниках и правообладателях, а также в явном виде описать правила использования и цитирования данных. Формат представления данных через русскоязычный ресурс и международный портал повышает их доступность, как для российских, так и для зарубежных исследователей.

Исследования поддержаны грантом РФФИ (проект №16-34-00866 мол_а).

Литература

- Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. М.: Вильямс, 2006. 1328 с.
- Codd E.F. Relational completeness of data base sublanguages // *Data-base Systems*. San Jose: Prentice-Hall, 1972. P. 65–98.
- Wieczorek J., Bloom D., Guralnick R., Blum S., Dorrington M., Gilovanni R., Robertson T., Vieglais D. Darwin core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard // *PLoS ONE*. 2012. V. 7. № 1. P. 1–8. doi.org/10.1371/journal.pone.0029715.

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (PZV): ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИВЯЗКА ОБРАЗЦОВ

О.В. Ильина

CREATION OF THE HERBARIUM DATABASE OF PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY (PZV): GEOGRAPHICAL CONNECTION OF SAMPLES

O.V. Ilina

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: olga.spok@gmail.com

В Гербарии Петрозаводского государственного университета начата работа по созданию базы данных и привязке гербарных сборов отдела карельской флоры научного фонда Гербария ПетрГУ (PVZ). По состоянию на начало 2015 года в отделе карельской флоры насчитывается более 34 тыс. гербарных образцов 993 видов сосудистых растений, из них 88 видов (1013 гербарных листов) – виды, внесенные в Красную книгу Республики Карелия (Гнатюк и др., 2016). Гербарные коллекции являются источником уникальных данных для научных работ в области ботаники, экологии, охраны природы. Для использования накопленных сведений в современных исследованиях необходимым этапом работ становится оцифровка и привязки данных естественнонаучных коллекций (Сукристик и др., 2016).

Мы, как и другие исследователи, столкнулись со сложностями в процессе определения географического местоположения гербарных образцов. Для дальнейшего анализа, в т.ч. в среде ГИС, необходимо установить географические координаты места сбора. Разработанные программы

и web-приложения (например, GEO Locate <http://www.museum.tulane.edu/geolocate/>) позволяют получить координаты по текстовому описанию местоположения. Однако для России база данных таких приложений содержит только основные географические точки, например, города. В связи с чем провести привязку большей части гербарной коллекции ПетрГУ с использованием подобных программ и приложений невозможно. Поэтому основным способом определения координат для гербарного образца является ручной поиск его местоположения на электронных или бумажных картах с последующим определением координат найденной точки.

Кроме того, качество данных, а значит возможность их использования в тех или иных видах анализа, будет определяться точностью привязки. Например, для моделирования распространения вида точность привязки будет иметь принципиальное значение. Большая часть изученных российских баз данных не имела этой характеристики (либо ее значения отсутствовали). Одной из немногих российских информационных систем, включающих параметр точности, является Cryptogamic Russian Information System (CRIS) (Мелехин и др., 2013). Нами был принят к использованию метод определения точности (в англоязычной литературе используется термин "неопределенность" – uncertainty) местоположения "точка-радиус". При определении координат гербарного образца для оценки точности его привязки необходимо учитывать следующие характеристики: протяженность (размер) точки отсчета, датум, точность измерения расстояний, точность измерения направления, точность измерения координат, масштаб карты. Данный метод рекомендован для Глобальной информационной системы по биоразнообразию (Global Biodiversity Information Facility – GBIF) (Guide..., 2006). Непосредственно для расчета точности при заданных условиях используется онлайн калькулятор MaNIS Georeferencing Calculator (Wieczorek, Wieczorek, 2015).

Работа по внесению сведений в базу данных и географической привязке гербарных образцов начата с видов, занесенных в Красную книгу Республики Карелия. В дальнейшем эти сведения планируется использовать для моделирования распространения ряда редких видов и других задач.

Литература

Гнатюк Е.П., Морозова К.В., Антипина Г.С., Юдина В.Ф. Сосудистые растения отдела карельской флоры гербария ПетрГУ: учебное пособие для студентов эколого-биологического факультета: в 4 ч. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016. Ч.1. 35 с.

Мелехин А.В., Давыдов Д.А., Шалыгин С.С., Боровичев Е.А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрокариот и лишайников CRIS (Супругамic Russian Information System) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2013. Т. 118, вып. 6. С. 51–56.

Сукристик В.А., Сумина О.И., Сорокина И.А. Гербарные коллекции и материалы научных публикаций как основа для анализа динамики числа местонахождений охраняемых видов сосудистых растений Ленинградской области за весь период ботанических исследований // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2016. № 1.

Guide to Best Practices for Georeferencing / eds. Chapman A.D., Wieczorek J. Global Biodiversity Information Facility: Copenhagen, 2006. Available: http://www.gbif.org/orc/?doc_id=1288. Accessed [2016-02-10].

Wieczorek C., Wieczorek J. Georeferencing Calculator (version 20160929). Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley. 2015. Available: <http://manisnet.org/gci2.html>. Accessed [2016-02-10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ СЕТОЧНОГО И ТОЧЕЧНОГО КАРТИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Л. Киселева¹, О.М. Пригоряну², Е.А. Парахина³

RESULTS AND PROSPECTS OF USE OF THE GRID AND POINT MAPPING METHODS FOR THE RED DATA BOOK MANAGEMENT IN THE ORYOL REGION

L.L. Kiseleva¹, O.M. Prigoryanu², E.A. Parahina³

¹Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел, Орловская область; e-mail: LLKiseleva@yandex.ru

²ФГБУ Национальный природный парк «Орловское полесье», Орловская область; e-mail: ecolog67@gmail.com

³Российский университет дружбы народов, г. Москва; e-mail: eparachina@yandex.ru

В 2015 г. впервые было начато исследование флоры Орловской области методом сеточного картирования (Киселева, 2016). Основой для сетки ячеек, используемой нами, была градусная сетка (Долгота/Широта Датум WGS84). Территория Орловской области (24,7 тыс. км²) была разбита на 290 ячеек с размерами 10'×5' (10' по долготе и 5' по широте). Пло-

щадь ячеек немного увеличивается к югу и составляет от 101 кв. км на севере Болховского района до 108,2 кв. км на юге Должанского района.

В 2015 г. была исследована флора 7 районов юго-восточной части области (Верховского, Должанского, Колпнянского, Красноринского, Ливенского, Новодеревеньковского и Покровского), территория которых входит в 103 ячейки. Видовой состав сосудистых растений 8 ячеек, находящихся на границе с Липецкой и Курской областями и в которых территория Орловской области составляла менее 10%, был привязан к соседним ячейкам. В результате в картировании 990 видов сосудистых растений юго-восточной части области было использовано 95 ячеек.

В 2016 г. была изучена флора 9 районов (Корсаковского, Мценского, Новосильского, Залегощенского, Орловского, Свердловского, Глазновского, Малоархангельского, Кромского) центральной части региона, территория которых вошла в состав 95 ячеек сетки.

При подготовке карт для полевых исследований сетка ячеек была совмещена с тематическими слоями ГИС MapInfo «Природные ресурсы Орловской области» (Атлас..., 2012; Киселева, 2013). При проведении полевых исследований были использованы маршрутный метод и метод геоботанических описаний. При маршрутном методе в каждой ячейке сетки выбирались различные типы фитоценозов, как зональных, так и интразональных, видовой состав которых вносился в бланк флористического описания. При геоботанических исследованиях в изучаемых фитоценозах закладывались стандартные пробные площадки размером 100 кв. м, на которых проективное покрытие видов оценивалось по шкале Браун-Бланке. Для определения координат редких и охраняемых растений использовался GPS-навигатор. Всего в 2015 г. было сделано 95 флористических и 315 геоботанических описаний, в 2016 г. – 95 и 327 описаний соответственно.

В результате полевых исследований в 2015 г. обнаружено 77 новых местонахождений 17-ти видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области (Киселева, Пригоряну, 2007): 15 – *Adonis vernalis* L., 1 – *Amygdalus nana* L., 2 – *Aster amellus* L., 1 – *Campanula latifolia* L., 1 – *Clematis integrifolia* L., 1 – *Cotoneaster alauenicus* Golits, 2 – *Delphinium cuneatum* Stev. ex DC., 1 – *Fritillaria meleagris* L., 13 – *Gentiana cruciata* L., 2 – *Gladiolus imbricatus* L.; 6 – *Iris aphylla* L., 1 – *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., 1 – *Pulsatilla patens* (L.) Mill., 1 – *Salvia nutans* L., 13 – *Scorzonera purpurea* L., 15 – *Stipa pennata* L., 1 – *Stipa pulcherrima* C. Koch., а также 46 новых местонахождений 16-ти видов, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении, внесенных в Приложение 1 Красной книги Орловской области (Киселева, Пригоряну,

2007): 1 – *Aconitum lasiostomum* Reichenb., 2 – *Allium flavescens* Bess., 1 – *Allium podolicum* (Aschers. et Graebn.) Blocki ex Racib., 3 – *Artemisia armeniaca* Lam., 2 – *Artemisia latifolia* Ledeb., 9 – *Campanula altaica* Ledeb., 4 – *Cerasus fruticosa* Pall., 2 – *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, 1 – *Jurinea arachnoidea* Bge., 2 – *Lathyrus lacteus* (Bieb.) Wissjul., 2 – *Linum perenne* L., 1 – *Polygala sibirica* L., 1 – *Potentilla recta* L., 11 – *Rosa villosa* L., 2 – *Stipa tirsia* Stev., 2 – *Verbascum phoeniceum* L.

В 2016 г. обнаружено 71 новое местонахождение 15-ти видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области [4]: 9 – *Adonis vernalis* L., 1 – *Aster amellus* L., 4 – *Campanula latifolia* L., 2 – *Centaurea ruthenica* Lam., 1 – *Circaea lutetiana* L., 1 – *Cotoneaster alaunicus* Golits, 2 – *Delphinium cuneatum* Stev. ex DC., 19 – *Gentiana cruciata* L., 1 – *Gladiolus imbricatus* L.; 7 – *Iris aphylla* L., 1 – *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., 1 – *Pulsatilla patens* (L.) Mill., 11 – *Scorzonera purpurea* L., 9 – *Stipa pennata* L., 2 – *Stipa pulcherrima* C. Koch., а также 29 новых местонахождений пяти видов, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении, внесенных в Приложение 1 Красной книги Орловской области: 5 – *Cerasus fruticosa* Pall., 2 – *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, 4 – *Jurinea arachnoidea* Bunge, 1 – *Prunella grandiflora* (L.) Scholl., 17 – *Rosa villosa* L. Точки местонахождений этих редких и охраняемых растений внесены в тематический слой «Редкие и охраняемые растения» картографической базы данных «Природные ресурсы Орловской области» в ГИС MapInfo и будут использованы при построении точечных карт второго издания Красной книги Орловской области.

В 2017 г. планируется изучение флоры сосудистых растений (с применением метода сеточного картирования) восьми районов западной части Орловской области.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-04475.

Литература

Атлас редких и охраняемых растений Орловской области: Монография / Л.Л.Киселева, О.М. Пригоряну, А.В. Щербаков, Н.И. Золотухин / Под ред. М.В. Казаковой. Орел, Издатель Александр Владимирович Воробьев, 2012. 468 с.

Киселева Л.Л. Модель оптимизации охраны флористического разнообразия Орловской области с использованием ГИС-технологий // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». Орел, 2013. Вып. № 6. С. 99–103.

Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Отдел Покрытосеменные // Красная книга Орловской области. Грибы. Растения. Животные / Отв. ред. О.М. Пригоряну. Орел, 2007. С. 22–105.

Киселева Л.Л. Результаты исследования флоры юго-восточной части Орловской области с применением метода сеточного картирования // Флористические исследования в Средней России: 2010–2015: материалы VIII науч. совещ. по флоре Средней России (Москва, 20–21 мая 2016 г.) / под ред. А.В. Щербакова. М.: Галлея-Принт, 2016. С. 51–53.

**ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
Г.Я. Кантор^{1,2}, А.С. Тимонов^{1,2}, Е.А. Домнина^{1,2}**

**USING UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR MAPPING OF
VEGETATION**

G.Ya. Kantor^{1,2}, A.S. Timonov^{1,2}, E.A. Domnina^{1,2}

¹Вятский государственный университет, г. Киров, Кировская область; e-mail: ecolab2@gmail.com

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми

Важным источником информации о растительности, ее состоянии и динамике являются геоботанические карты. Принимая во внимание индикаторную функцию растительности, именно геоботанические карты используются как информационная основа для принятия решений в области управления территориями, занятыми ценными сообществами (Каширина, Бондарева, 2013).

В настоящее время внедряются технологии картографирования и хранения пространственных данных, определяющие новый этап развития геоботанического картографирования (Юрковская, 2007). Кроме того, появились и широко используются беспилотные летательные аппараты для получения качественных детальных аэрофотоснимков высокого разрешения.

Для построения детальной карты растительности пойменного луга в августе 2016 г. была выполнена аэрофотосъемка местности при помощи радиоуправляемого беспилотного летательного аппарата (БПЛА) – квадрокоптера DJI Phantom 3 Standard.

Квадрокоптер оснащён видеокамерой высокого разрешения (Full HD) на гиросtabilизированном подвесе, обеспечивающем стабильную ориентацию камеры независимо от наклонов аппарата при манёврах или

под воздействием ветра, и навигационным приёмником GPS. Съёмка выполнялась с высоты 150 м в режиме интервальной фотосъёмки с периодом 5 секунд и разрешением 4000 × 3000 пикселей. Ввиду ограниченности дальности полета от БПЛА до пульта управления не более 300 м (по паспортным данным до 500 м) съёмка проводилась с нескольких точек (станций).

Аэрофотоснимки сделаны в естественном видимом спектре. В результате было получено более 400 снимков. Каждый снимок имеет географическую привязку, что позволяет производить сборку мозаики. Для этой цели использовалась программа Agisoft PhotoScan, позволяющая автоматически осуществлять весь цикл необходимых операций от геометрической коррекции дисторсии объектива до построения геопривязанного ортофотоплана. Полученные таким способом ортофотопланы послужили картографической основой при выполнении геоботанического картирования пойменного луга.

Разрешение исходных аэрофотоснимков и полученного по ним ортофотоплана составляет в среднем 0.1 м. Это позволяет вполне надежно различать и оконтуривать в плане объекты размером от первых метров, что в свою очередь, дает возможность картировать объекты в масштабе от 1:1 000 и мельче.

Ориентирование на местности в процессе полевых маршрутов осуществлялось непосредственно по ортофотоплану и с помощью GPS-навигатора. Использование в качестве основы для картирования ортофотоплана, полученного при помощи БПЛА и GPS-приемника, обеспечивает высокую геометрическую точность привязки картируемых объектов и их границ в отличие от традиционно используемых топографических карт. По сравнению со спутниковыми снимками ортофотоплан имеет значительно более высокое разрешение. Собственно, аэрофотосъёмка с БПЛА обходится значительно дешевле по сравнению с приобретением спутниковых- и аэрофотоснимков. Естественные цвета такого ортофотоплана существенно облегчают и делают более объективной идентификацию картируемых объектов.

Ареалы растительных сообществ, первоначально отрисованные на ортофотоплане, были оцифрованы с помощью программного пакета ArcGIS 10.

При использовании БПЛА для картографирования растительности необходимо учитывать следующие моменты.

1. Выбирать время аэрофотосъёмки с учётом фенологической фазы, при которой наиболее четко и контрастно будут выделяться те или иные

растительные сообщества и виды. Исходя из этого, целесообразно в течение вегетационного периода сделать несколько серий снимков на разных фенологических фазах развития растений.

2. Выполнение полевых работ по картированию, обследованию и описанию растительности не должно быть существенно оторвано от времени выполнения аэрофотосъемки.

3. Квадрокоптер, использованный нами для аэрофотосъемки, может работать только тогда, когда имеется прямая видимость между ним и базовой станцией (пультом управления). Высокие объекты (деревья, здания) экранируют радиосигнал, связь между квадрокоптером и пультом управления прекращается. Таким образом, данная модель квадрокоптера позволяет выполнять съёмку только открытых пространств.

Литература

Каширина Е.С., Бондарева Л.В. Картографирование растительности ландшафтного заказника общегосударственного значения «Мыс Фиолент» и общезоологического заказника общегосударственного значения «Бухта Казачья» (Большой Севастополь, Крым) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2013. Вып. 8. С. 130–140.

Юрковская Т.К. Геоботаническое картографирование и составление аналитических карт растительности // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. Санкт Петербург. 2007. С. 43–71.

АНАЛИЗ СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН РЕК СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

М.В. Козлова, Г.Ш. Турсунова

THE ANALYSIS OF THE COMPOSITION AND STATE OF PLANT COMMUNITIES, LOCATED IN WATER PROTECTION ZONES OF RIVERS IN THE NOTHERN PART OF NENETS AUTONOMOUS DISTRICT, WITH USE OF SATELLITE DATA

M.V. Kozlova, G.Sh. Tursunova

Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова (ГОИН), г. Москва; e-mail: kclo@mail.ru

Растительный покров является одним из ключевых компонентов экосистем и индикаторов состояния природной среды, в частности, при-

брежных территорий водных объектов. Растительность тундр также является фактором сдерживания эрозионных процессов и деградации вечной мерзлоты, в т.ч. вызванных хозяйственной деятельностью человека.

Целью данной работы было оценить состав и состояние растительных сообществ, а также степень и характер воздействия деятельности человека на растительные сообщества тундр в долинах рек в пределах водоохраных зон водных объектов, расположенных в северной части Ненецкого автономного округа (НАО).

В соответствии со статьей 65 Водного кодекса РФ водоохраными зонами (далее – ВЗ) являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира (Водный кодекс..., 2006).

Рассматриваемые участки ВЗ водных объектов расположены в окрестностях пос. Амдерма, пос. Каратайка и на территории лицензионного участка нефтяного месторождения имени Р. Требса (далее – м/р им. Требса). Данные территории представляют собой как условно естественные местообитания, так и нарушенные участки (месторождения, поселения, пастбища).

Были обследованы участки ВЗ 13-ти водных объектов. В пределах этих территорий в 2015 и 2016 гг. выполнены полевые исследования. На основе полевых данных и оптических спутниковых данных среднего (Landsat-8, Sentinel-2A, B) и высокого (WorldView-1, 2) пространственного разрешения проведены анализ и картографирование растительного покрова.

Исследованные территории ВЗ НАО представляют собой ландшафты различного происхождения (Lavrinenko, 2012), что существенно образом влияет на состав растительности. Выявленные пространственные и видовые различия в растительном покрове ВЗ также в значительной степени обусловлены особенностями строения долин рек в пределах ВЗ, комплексом абиотических факторов, а также наличием и характером антропогенной нагрузки.

Анализ полевых материалов и спутниковых данных показал, что в границах обследованных участков ВЗ рек на территориях с относительно небольшим антропогенным воздействием представлен в основном корен-

ной растительный покров. На участках с высокой антропогенной нагрузкой отмечены нарушенные фитоценозы.

Коренной растительный покров, сформированный под относительно небольшим антропогенным воздействием, в т.ч. при низкой пастбищной нагрузке, представлен в основном **травяными** тундровыми фитоценозами (злаковыми, осоковыми, ежеголовниковыми), **травяно-мохово-кустарничковыми** фитоценозами с участием стлаников, **маршами** (в основном, сфагновыми, осоковыми и кустарничковыми фитоценозами), **кустарниковыми** (ивняками, ерниками), **лишайниково-кустарничковыми** сообществами. По результатам работ были определены основные закономерности распространения основных типов фитоценозов в пределах обследованных участков ВЗ рек северной части НАО. Было показано, что у рек, которые в пределах обследованных территорий протекают в меридиональном направлении (с юга на север), отмечено большее разнообразие растительных сообществ, а в большинстве долин рек, протекающих в широтном направлении, разнообразие меньше, но больше доля кустарниковых сообществ. Было также установлено, что коренные сообщества обследованных территорий составляют преимущественно стресс-толерантные виды.

Нарушенные фитоценозы приурочены в основном к окрестностям м/р им. Требса и дорогам, а также к населенным пунктам. Движение транспорта по тундрам и строительство и эксплуатация различных сооружений, отмеченные в границах некоторых ВЗ рек, провоцируют активизацию эрозионных процессов в речных долинах из-за повреждения, трансформации или уничтожения растительного покрова. Было отмечено, что восстановление нарушенного растительного покрова происходит за счет зарастания преимущественно видами, которые не относятся к стресс-толерантным (например, *Eriophorum spp.*, *Geum rivale*, *Veratrum lobelianum*, *Carex aquatilis*). На загрязненных нефтепродуктами участках ВЗ рек отмечены фитоценозы, в целом сохраняющие коренной видовой состав, но находящиеся в угнетенном состоянии.

Поскольку растительный покров тундр, как правило, способен сдерживать эрозионные процессы, обеспечивать стабильность теплообмена почвы с атмосферой и форм рельефа, сформированных под воздействием вечной мерзлоты (Игловский, 2013; Капелькина и др., 2014), важнейшей задачей является охрана тундровых фитоценозов. В целях снижения негативного воздействия деятельности человека на уязвимые фитоценозы Крайнего Севера, необходимо проведение мониторинга растительного покрова, а также разработка специальных подходов при ведении и

планировании хозяйственной деятельности в зоне распространения веч-
номерзлых пород.

Литература

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред.
от 29.12.2014) // www.consultant.ru.

Игловский С.А. Антропогенная трансформация мерзлотных усло-
вий европейского севера России и ее последствия // Арктика и Север.
2013. №10. С. 107–123.

Капелькина Л.П., Сумина О.И., Лавриненко И.А., Лавриненко О.В.,
Тихменев Е.А., Миронова С.И. Самозарастание нарушенных земель Севера.
СПб.: ВВМ, 2014. 207 с.

Lavrinenko I.A. Landscape diversity of Specially Protected Natural Ter-
ritories of Nenets Autonomous Okrug // Geography and Natural Resources
Pleiades Publishing Ltd., 2012. Vol. 33. No. 1. P. 43–51.

ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И СОСТАВА ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА А.Ф. Комарова

OPEN SOURCE OF REMOTE SENSING DATA FOR STUDY OF DISTRIBUTION AND COMPOSITION OF CONIFEROUS FORESTS IN NORTH-WEST CAUCASUS

А.Ф. Komarova

Гринпис России, г. Москва; e-mail: komras@yandex.ru

Горные темнохвойные леса Северо-Западного Кавказа относятся к редким растительным сообществам, с ними связано большое число редких, реликтовых и эндемичных видов. С использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) становится возможна пространственно-непрерывная оценка их распространения. Геостатистический анализ распределения позиций отдельных синтаксонов в пространстве признаков, получаемых на основе ДЗЗ, дает дополнительные данные для характеристики экологических особенностей распространения отдельных сообществ в пределах пояса темнохвойных лесов.

Полевые данные собраны в 2008 и 2010-2011 годах в 9 районах Краснодарского края, республик Адыгея и Карачаево-Черкессия. Полевые данные и ДЗЗ выступают как взаимно дополняющие источники информации для синтетического анализа растительных сообществ. ДЗЗ использованы для картографирования темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа, определения доли темнохвойных в пологе древостоя и характеристики растительных сообществ на уровне субассоциаций/вариантов за счет выявления значимых спектральных и морфометрических характеристик. Использованные в работе данные дистанционного зондирования включают снимки спутников, предназначенных для изучения растительного покрова (преимущественно Landsat 5 и Landsat 8), цифровую модель рельефа SRTM, массив данных о сомкнутости древостоя.

Территория распространения темнохвойных лесов определена по четырем сценам Landsat TM методом самоорганизующихся нейронных сетей (модуль NeRIS, ScanEx ImageProcessor 3.6.8). Нейронная сеть откалибрована по данным геоботанических описаний, маршрутных исследований и экспертной оценки распространения темнохвойных массивов. Результат проверен по регулярной сети с шагом в 2 км; принадлежность каждого узла к темнохвойным лесам определяли по высоко детальным снимкам, доступным на геопорталах. Долю темнохвойных в пологе (с точностью в пределах классов с шагом в 20%) определяли для модельной территории в верховьях р. Зеленчук, калибровка сети проведена по данным геоботанических описаний; валидацию результата проводили по 184 точкам описаний на маршрутах согласно принципу нечетких границ.

Для анализа разделимости на основе ДЗЗ сообществ, отнесенных по эколого-флористическому принципу классификации к разным субассоциациям/вариантам, спектр входных данных был расширен до 18 наборов данных: 11 спектральных переменных (отражение в диапазонах длин волн от синего до среднего инфракрасного, вегетационные индексы, индексы Кауфа-Томаса), 6 характеристик рельефа (высота над уровнем моря, крутизна, экспозиция и кривизна склонов), данные о сомкнутости полога (продукт Treecover). Значения каждого входного слоя в пределах 50 м вокруг каждой точки извлечены в таблицу. Таким образом, получен массив значений входных слоев для каждой субассоциации и каждого варианта растительного покрова, который затем проанализирован методом ансамблей деревьев решений. Для выявления различий между парами синтаксонов проведен также тест Уилкоксона с поправкой Бонферрони.

Точность выделения темнохвойных лесов – 95.9% (каппа Коэна 0.81). Общая площадь лесов с доминированием темнохвойных пород в Краснодарском крае, Адыгее и Карачаево-Черкессии составляет 236.9 тыс.

га; это 12% всех лесов в пределах территории исследования. Точность определения доли темнохвойных – 84% (каппа 0,6). Наибольшую площадь в верховьях р. Зеленчук занимают леса с участием темнохвойных до 20% (10 тыс. га, 16% площади территории).

Алгоритм ансамблей деревьев решений предсказывает распределение тестовых точек по трем субассоциациям с точностью 94%, по восьми вариантам – с точностью 86%. Точность определения отдельных субассоциаций составляет более 90% для всех случаев. Варианты определены с точностью более 80% кроме тех классов, которые недостаточно представлены в выборке. И на уровне субассоциаций, и на уровне вариантов наиболее значимыми оказались высота над уровнем моря, экспозиция склона и отражение в синей части электромагнитного спектра. На основании набора переменных, различие по которым между отдельными субассоциациями/вариантами достоверно на уровне $p < 0.001$, сформулированы дополнения к диагнозам синтаксонов. Спектральные параметры в большей степени говорят о составе сообщества, а производные рельефа очерчивают круг характерных местообитаний.

Таким образом, на основе открытых ДЗЗ возможно картографирование горных темнохвойных лесов с высокой точностью, а также определение параметров темнохвойных лесов и отдельных сообществ в их пределах. В дальнейшем полученные массивы данных использованы для характеристики экотопической приуроченности темнохвойных лесов и их вариантов и разработки практических рекомендаций в отношении лесопользования.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАРТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕЧЕНОЧНИКОВ

Н.А. Константинова, А.Н.Савченко

EXPERIENCE OF USING OF INFORMATION SYSTEMS IN THE MAPPING OF LIVERWORTS DISTRIBUTION

N.A. Konstantinova, A.N. Savchenko

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, г. Апатиты; e-mail: nadya50@list.ru

Ареал является одной из важнейших характеристик вида. Первое, с чего начинается изучение распространения вида – сведения, которые можно почерпнуть в определителях. Они дают самое общее представле-

ние об ареале вида. Однако, в определителях, обычно, нет ссылок на литературные источники, которые были использованы, кроме самых крупных работ. Следующий этап – поиск литературы и уточнение распространения вида в отдельных регионах, входящих в состав рассматриваемого, начиная от крупных сводок по региону или флор и заканчивая отдельными публикациями. Но и на этом этапе, трудно найти работы с более или менее точным указанием распространения вида. Для редких видов, в дальнейшем работа заключается в выявлении всех известных местонахождений, в то время как для распространенных можно ограничиться контурами с более точной прорисовкой ареала вблизи границы ареала.

В настоящее время имеется возможность использовать различных информационных системы (ИС), многие из которых доступны в интернете. Одна из наиболее известных – это GBIF (Global Biodiversity Information Facility, <http://gbif.org/>). Однако, к данным, представленным в этой системе следует относиться критически, имея в виду следующие факторы. Во-первых, GBIF поглощает все отправленные в нее данные и в результате в ней концентрируется много ошибочных сведений. Второе, поскольку в этой ИС сосредоточены данные разных исследователей, придерживающихся разных взглядов на систему рассматриваемой группы, то один и тот же таксон может быть представлен под разными названиями и в разных статусах (вид, подвид, разновидность). И, наконец, данных по печеночникам многих регионов и крупных стран Европы, не говоря уже об Азии, Америке, Африке, в GBIF практически нет.

В нашей работе по картированию ареалов печеночников Европы мы использовали GBIF как основу, но с учетом указанных выше ее особенностей. Сведения по конкретному таксону выводили из GBIF, затем из множества полей, имеющихся в ней, в наших справочных базах оставлялись помимо названия вида только координаты, название страны, а также фамилии тех, кто собрал и определил вид. Последние два поля были необходимы для оценки надежности данных. В дальнейшем, при детализации распространения вида, наличие таких сведений дает возможность запросить для уточнения и проверки образцы, на основе которых дана точка нахождения или проверить эти сведения по новейшим монографическим публикациям. Полученные из GBIF координаты выводились на карты в программе MapInfo, в дальнейшем корректировались и дополнялись сведениями из других ИС или литературных источников. Корректировка заключалась в удалении заведомо неверных точек на основе экспертной оценки или литературных данных об исключении таксона для данной территории.

Следующий этап включал импорт сведений из других ИС, в том числе наших данных из CRIS – Cryptogamic Russian Information System (<http://krabg.ru/cris/>). В настоящее время в интернете в свободном доступе можно найти электронные таблицы данных и карты с большей или меньшей детализацией по распространению мохообразных ряда стран. Наиболее информативные и подробные представлены по Германии, Франции, Швейцарии. Сведения из ИС по разным странам выводились также в программе MapInfo и отображались на наших картах разными цветами (можно другими значками) в отличие от черных точек, которые отражали данные из GBIF. И, наконец, для территорий, по которым не было сведений в ИС, точки вносились на основе различных литературных источников.

Одной из практических задач картирования печеночников, принятого нами, была оценка угрожаемости видов в Европе на основе критериев IUCN. Важным показателем в этой оценке является расчёт Extent of Occurrence (ЕОО) и Area of Occurrence (АОО), которые автоматически рассчитываются в программе GEOCAT, на основе построенных электронных карт ареалов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант 15-29-02662.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QUANTUM GIS ПРИ ПАСПОРТИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОС. УСТЬ-КИНЕЛЬСКИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.С. Корчиков

USING QUANTUM GIS FOR URBAN VEGETATION CERTIFICATION ON THE EXAMPLE OF UST-KINELSKY TOWN (SAMARA REGION)

E.S. Korchikov

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,
г. Самара, Самарская область; e-mail: evkor@inbox.ru*

При наиболее полном учёте зелёных насаждений проводится их паспортизация, когда каждое дерево ставится на учёт. В последнее время на подобные исследования в округе Кинель Самарской области выделяются средства из городского бюджета. Уже проведена инвентаризация зелёных насаждений поселках городского типа (п.г.т.) Алексеевка и Усть-Кинельский и в северной части г. Кинель (Поганенкова и др., 2015). Су-

шествующая методика инвентаризации городских зелёных насаждений (1997) предполагает проведение полевых измерений с использованием «бумажной» карты и привязки объектов с помощью рулетки или шагами с зарисовкой непосредственно на местности. В отсутствие передвижной лаборатории или транспорта в связи с постоянно меняющимися погодными условиями работа с бумажными картами и измерение рулеткой сильно усложняют работу, существенно увеличивая финансовые затраты на её выполнение.

Новые информационные технологии позволяют выбрать программы, облегчающие проведение инвентаризационных работ. При работе с пространственно координированными объектами помощь оказывают ГИС, которые в полевых условиях при меньших затратах времени удовлетворяют высоким требованиям, предъявляемым к работам такого рода.

Использование геоинформационной системы совместно со спутниковыми навигаторами позволяет быстро и с определённой точностью производить географическую привязку объектов озеленения, что дает возможность существенно снизить себестоимость проводимых инвентаризационных работ. Важным аргументом при выборе геоинформационной системы государственными учреждениями является её стоимость.

Для целей инвентаризации, на наш взгляд, наиболее подходит свободное программное обеспечение Quantum GIS. Рассмотрим его использование при паспортизации объектов зелёных насаждений п.г.т. Усть-Кинельский.

Основой для разработки инвентаризационных планов служили векторные слои электронной карты Самарской области на открытом Интернет-ресурсе Gis-lab (Основные..., 2017). На каждом подлежащем инвентаризации участке в полевых условиях выявляли объекты озеленения (дерево, кустарник или группа цветочно-декоративных растений), глазомерно определяли вид насаждения (рядовая или групповая посадка, клумба или газон), а для каждого объекта озеленения – ботанический вид, возраст (косвенно по высоте и диаметру ствола), диаметр ствола мерной вилкой на высоте груди (1,3 м), его высота (электронным высоотомером Haglöf EC II), количество стволов или для кустарника – занимаемую площадь. Также отмечали, проводилась ли обрезка, жизненное состояние объекта по трёхбалльной шкале (Правила..., 1998). Каждому объекту озеленения присваивали номер и отмечали его координаты с помощью спутникового навигатора Garmin Etrex 20 с точностью 4–5 м.

Для нанесения полученных с помощью спутникового навигатора точек на электронную карту использовали программное обеспечение Quantum GIS 1.5.0–Tethys, а также, для снижения погрешности располо-

жения объектов озеленения, инвентаризационные планы посёлка в масштабе М 1:1000, на которых детально отображены все объекты инфраструктуры. Соотнося инвентаризационные планы с цифровой, во многом неполной по содержанию картой, корректировали расположение точек в программе Quantum GIS в режиме редактирования конкретного слоя.

Для расширения информативности электронной карты посёлка с нанесёнными и откорректированными по местоположению объектами озеленения присваивали уникальное значение каждому из них, а затем выделяли красной заливкой особо ценные породы деревьев, а чёрной – деревья или кустарники неудовлетворительного жизненного состояния, подлежащие немедленной замене или уничтожению. Остальные объекты оставляли без заливки с чёрными границами. После этого наглядно выделились участки с особо ценными объектами и, наоборот, аварийные места, а также не озеленённые территории, на которых необходимо создать эффективную систему зелёных насаждений.

Следующим этапом работы стало расширение атрибутов каждого объекта озеленения, для которых по умолчанию отмечались номер и высота над уровнем моря. Полевые записи имеют существенно больше характеристик, поэтому добавляли такие поля, как дата записи, ботаническое название, возраст, диаметр на высоте 1,3 м, высота, количество (экземпляров стволов или площадь в квадратных метрах), наличие обрезки, жизненное состояние в баллах.

В результате администрация округа Кинель имеет возможность, не выезжая на местность, оценить возможный экологический ущерб в случае обращения с предложениями строительства или при обосновании штрафа в случае незаконной рубки дерева, зная вид, высоту, диаметр ствола и жизненное состояние каждого дерева, рассчитывая конкретную сумму ущерба. Также использование геоинформационной системы позволяет легко производить линейные и площадные измерения учётного участка, озеленённой территории и другие.

Литература

Методика инвентаризации городских зелёных насаждений / Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. М., 1997. 13 с.

Основные геоданные // Географические информационные системы и дистанционное зондирование. URL: <http://gis-lab.info/qa/data.html> (дата обращения: 01.02.2017).

Поганенкова Д.А., Макарова Ю.В., Корчиков Е.С. Древесные растения в уличном озеленении посёлков городского типа Алексеевка и

Усть-Кинельский (Самарская область, г.о. Кинель) // Вестник молодых учёных и специалистов Самарского государственного университета. 2015. № 1 (6). С. 16–25.

Правила проведения инвентаризации зелёных насаждений и паспортизации озеленённых территорий. М.: Прима-Пресс, 1998. 40 с.

**ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ОРГАНИЗАЦИИ
БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО
АНАЛИЗА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И
ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ
А.Н. Кренке¹, Ю.Г. Пузаченко²**

**DETERMINATION OF BIOCENOTIC COVER ORGANIZATION
FACTORS ON A BASIS OF REMOTE SENSING INFORMATION AND
THEMATIC MAP DATA
A.N. Krenke¹, Yu.G. Puzachenko²**

¹*Институт географии РАН, г. Москва; e-mail: krenke-igras@yandex.ru*

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

Определение физически измеримых параметров, имеющих функциональную связь с изменением состояний компонентов биоценоотического покрова, является одной из основных задач биогеографии. В рамках количественного подхода важной частью анализа стало снижение размерности, то есть представление рассматриваемой системы, заданной множеством свойств, через меньшее число переменных, описывающих с достаточной точностью каждое свойство. В зависимости от метода эти новые переменные назывались факторами, осями, корнями, координатами и т.п. Существует возможность физической интерпретации таких факторов. Формально каждый фактор является функцией от некоторых свойств описываемой системы и, в случае геосистем, отражает некоторые условия среды. В последние десятилетия широкое распространение получили различные подходы к совместному анализу новых источников информации – космических снимков, цифровых моделей рельефа и т.д. с традиционными источниками географической информации – характеристиками, полученными при полевых описаниях. Другим обширным источником традиционной географической информации служат различные существующие источники данных, прежде всего это тематические карты.

Специальное картографирование компонентов ландшафта получило широкое распространение во второй половине XX века. Тематические

карты вобрала в себя все достижения теории и практики географических наук.

В настоящей работе представлен пример извлечения факторной основы формирования компонент ландшафтного покрова из тематических карт и их связи с современной дистанционной информацией. Так же решается задача коррекции самих специальных карт.

Для идентификации линейных связей между дискретной зависимой переменной (специальной карты) и независимыми (ДДЗ, рельеф), оценки значимости этих связей и последующей интерполяции зависимой переменной по независимым можно использовать методы дискретного статистического моделирования, опирающегося на машинное обучение.

В случае успешного выявления этих связей можно построить модель компоненты ландшафта, описанного тематической картой. Сами связи являются факторами пространственной дифференциации или процессами, определяющими варьирование состояний компоненты ландшафта.

Представленная работа показывает широкие возможности извлечения аналитического материала из существующих тематических карт. Также продемонстрирована возможность их коррекции на основе дистанционной информации и характеристик рельефа. Качество распознавания дискриминантным анализом рассмотренных карт составило более 50%, что говорит о применимости анализа к данным подобного типа.

Обобщение информации исходной тематической карты и дистанционной информации с помощью дискриминантного анализа позволяет получить три, взаимодополняющие, отображения: собственно, скорректированные карты, вектора вероятности принадлежности пикселя к каждому классу, отображение объекта в независимых координатах (осях) многомерного пространства, которые и задают факторную основу исследуемого явления. Задача разрешима во всех случаях, если в исходной карте нет принципиальных искажений, нарушающих естественные соотношения географических явлений. В рамках представленного анализа строится многомерное пространство картографированного явления. Решается фундаментальная задача сокращения размерности пространства описывающих явление переменных, выделения ведущих факторов организации.

Каждый выделенный фактор имеет вполне определенный физический смысл. Анализ связи факторного пространства с климатом, рельефом и координатами других географических явлений позволяет на новом количественном уровне перейти к аналитическим и комплексным картам общенаучного и специального назначения. Анализ пространственной изменчивости факторов, определяющих основные закономерности про-

странственного варьирования растительности, повышает понимание физического смысла наблюдаемого варьирования, и дает основания для более глубокой семантической трактовки тематической карты.

Полученная аналитическая информация позволяет с помощью дихотомической классификации построить более детальные карты компонент ландшафтного покрова. Смысл каждого выделенного состояния может быть определен на основе оценки подобия значений факторов среды и обучающей выборки. Так, на основе факторов, определяющих характер растительности, была построена карта, включающая четырнадцать физически интерпретируемых картируемых единиц растительного покрова, что почти в три раза детальнее исходной карты.

Таким образом, достигнута основная цель работы – на основе тематических карт и дистанционной информации выделены факторы локальной организации биоценотической компоненты ландшафта.

Литература

Кренке А.Н., Пузаченко Ю.Г. Построение карты ландшафтного покрова на основе дистанционной информации // Экологическое планирование и управление. 2008. № 2. С. 10–25.

Пузаченко Ю.Г., Скулкин В.С. Топологические основания выделения систем в географических науках // Вопросы географии. Вып. 104. Системные исследования природы. М.: Мысль, 1977. С. 37–54.

Greenacre M., Primicerio R. Multivariate Analysis of Ecological Data. 2013. 337 p.

ОТРАЖЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ И ДИНАМИКИ ЛЕСОВ В БАЗЕ ДАННЫХ "МЕСТООБИТАНИЯ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ".

А.М. Крышень, Н.В. Геникова

REPRESENTATION OF FOREST DIVERSITY AND DYNAMICS IN THE DATABASE "HABITATS OF EASTERN FENNOSCANDIA"

A.M. Kryshen', N.V. Genikova

*Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия;
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru*

В Европе в последние десятилетия активно реализуются программы по исследованию и систематизации местообитаний (CORINE-biotopes, Natura-2000 и др.). Во многих странах и некоторых регионах России под-

готовлены и изданы кадастры местообитаний (биотопов), а также так называемые, "Зеленые книги". С природоохранной точки зрения классификация местообитаний гораздо более эффективна, чем классификация сообществ т.к. учитывает не только признаки растительных сообществ, но и условия экотопа и антропогенное влияние. Территория Республики Карелия была в 90-е годы прошлого столетия вовлечена в программу CORINE-biotopes (Кравченко, Крышень, 1995), именно тогда начала создаваться база данных «Местообитания Восточной Фенноскандии», которая описана нами достаточно подробно (Крышень и др., 2009) как инструмент сопровождения электронных биологических коллекций и выделения ценных с природоохранной точки зрения территорий. В данном докладе мы остановимся на том, как эти конкретные прикладные задачи вывели нас на создание эколого-динамической модели ценотического разнообразия лесов и сделали базу данных инструментом флористических и фитоценологических исследований.

Типы местообитаний выстроены в иерархическую схему, высшей единицей которой является класс местообитаний. Основной единицей классификации является тип местообитания, который, как правило, выделяется по произрастающему на данном участке растительному сообществу. От класса местообитаний до типа местообитаний выделяются еще 3 (число было нами жестко определено) иерархических категории (подкласса). Наиболее сложным оказалось выделение подклассов класса «Дренированных местообитаний водораздельных пространств». В естественном состоянии такие местообитания в таежной зоне заняты лесами. Нами после многочисленных вариантов предложен следующий принцип выделения подклассов для лесных местообитаний: 1-й этап – определение экотопа по признакам геологического строения и типу увлажнения. 2-й этап – определение условий трофности (плодородия). Описания хорошо "укладываются" в плоскости 2-х условий: механический состав почвы и глубина залегания грунтовых вод. При этом механический состав является определяющим не только как интегральный показатель плодородия, а и в силу того, что две главные породы лесов Фенноскандии сосна и ель значительно отличаются строением корневых систем. Итак, по этим двум признакам четко отделился массив описаний на автоморфных почвах, который в свою очередь естественным образом разделился на 5 групп – типов лесорастительных условий с соответствующим климаксовым сообществом: *Pinus sylvestris* – [*Cladonia*] (P.s.–Cl.) – песчаные сухие олиготрофные почвы (20 типов местообитаний – субассоциаций, 20 видов в травяно-кустарничковом ярусе); *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea* (P.s.–

V.v-i.) – песчаные сухие мезо-олиготрофные почвы (59, 50 видов); *Pinus sylvestris*–*Vaccinium myrtillus* (P.s.–V.m.) – песчаные свежие мезо-олиготрофные почвы (65, 79); *Picea abies*–*Vaccinium myrtillus* (P.a.–V.m.) – супесчаные свежие мезотрофные почвы (111, 176); *Picea abies*–*Oxalis acetosella* (P.a.–O.a.) – супесчаные свежие мезо-эвтрофные почвы (28, 142). 3-й этап – определение стадии сукцессии по признакам возраста древостоя (или его отсутствия в случае вырубок и других катастрофических разрушений растительного покрова) в сочетании с определением состава древесного яруса (опять же там, где он есть): вырубка, молодняк, средневозрастный, спелый, субклимакс, климакс. Важно то, что эти этапы незначительно отличаются от принятых в лесоводстве, но принципиально – тем, что характеризуются не только возрастом древостоя, но и изменениями структуры напочвенного покрова. На заключительном этапе определялся тип местообитания по диагностирующим видам.

Работа с базой данных начинается с главной формы, предлагающей определить место геоботанического описания по иерархии или по ключу. Несмотря на то, что работа осуществляется через формы, основу ее составляют связанные таблицы, позволяющие проводить анализ видового и ценотического разнообразия территории (описания сопровождаются координатами) а также характеризовать и анализировать парциальные флоры, выстраивать ряды восстановления лесов, а также решать другие научные и природоохранные задачи.

Литература

Кравченко А.В., Крышень А.М. База данных ботанических объектов Карелии в рамках международного проекта «CORINE-biotopes» // Тез. докл. II совещания «Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях». СПб, 1995. С. 24–25.

Крышень А.М., Полевой А.В., Гнатюк Е.П. и др. База данных местообитаний (биотопов) Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. 2009. № 4. Сер. Биогеография. Вып. 9. С. 3–10.

**ХАРАКТЕРИСТИКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ЩУГОР:
КОМБИНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ И
СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Е.Е. Кулюгина, Ю.А. Дубровский, В.В. Елсаков, В.М. Щанов

**CHARACTERISTIC AND MAPPING OF VEGETATION IN THE
UPPER COURSE OF THE SCHUGOR RIVER COMBINING FIELD
STUDIES AND REMOTE SENSING DATA**

E.E. Kuluygina, Y.A. Dubrovskiy, V.V. Elsakov, V.M. Schanov

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми; e-mail:
kulugina@ib.komisc.ru*

Изучение растительного покрова на склонах хребта Кузь-Кудинёр в южной части национального парка «Югыд-Ва», расположенного в верхнем течении р. Щугор на западном макросклоне Северного Урала, обусловлено крайне слабой изученностью этой территории. Обследование растительности в междуречье рек Подчерье и Щугор было проведено Ю.П. Юдиным в 40-х годах 20 века, однако, эти результаты хранятся в архиве Коми НЦ УрО РАН, а публикации по ним отсутствуют. Согласно геоботаническому районированию Республики Коми (Юдин, 1954) территория расположена в лесной зоне, подзоне северной тайги, Печоро-Уральской подпровинции, относится к Уральскому темнохвойно-березово-горно-тундровому округу. По данным полевых исследований 2016 г. и материалов разногодичной спутниковой съемки высокого разрешения Landsat и Sentinel 2b периода 1986–2016 гг. выделены основные классы земной поверхности, соответствующие основным типам растительного покрова ключевого участка. Изучение растительного покрова района работ проведено с использованием методов закладки пробных площадей при маршрутном обследовании территории. Обработка части описаний горно-тундровой растительности, выполненная Е.Е. Кулюгиной, сделана в соответствии с подходами школы Браун-Бланке (Миркин и др, 2001). Часть тундровых (преимущественно в гольцовом поясе) и все лесные сообщества, описанные Ю.А. Дубровским, классифицированы с использованием эколого-фитоценотического подхода.

Для района исследований характерны несколько высотных поясов растительности: горнолесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый. Они закономерно сменяют друг друга вдоль высотного градиента. Верхняя граница лесной растительности проходит по высотам 550–650 м

н.у.м.; выше расположен горно-тундровый пояс, сменяющийся с уровня высот от 800 до 1000 м н.у.м. гольцовым. На равнинной части данной территории преобладают темнохвойные (еловые) леса, занимающие 45% площади ключевого участка, в долинах гор – лиственничные и еловые редколесья (19%), с подъемом в горы, сменяющиеся березовыми редколесьями, ерниковыми (5%) и кустарничковыми (11%) тундрами (Елсаков и др., 2016). В разных высотных поясах вдоль водотоков, в ложбинах стока, по горным склонам отмечены ивняки (4%) и луга (1%), кроме них – болота (4%).

Сообщества с преобладанием в напочвенном покрове лишайников (**осоково-лишайниковые, осоково-мохово-лишайниковые, кустарничково-лишайниковые, кустарничково-осоково-лишайниковые**), тяготеют к наиболее высоким участкам рельефа – от 800–1000 м н. у. м., где составляют основу растительности **гольцового пояса**. Кроме них здесь отмечены **осоково-моховые** тундровые сообщества (ассоциации *Caricosohylocomiosum* и *Caricoso-polytrichosum*), а на местах с рекреационным влиянием – злаковые фитоценозы (ассоциация *Deschampsiosocetrariosum*). Растительность **горно-тундрового** пояса расположена на уровне 600-900 м н.у.м. Наибольшие площади горных склонов заняты кустарничковыми тундрами, состав и структура которых изменяется в зависимости от положения в рельефе и степени увлаженности субстрата. Кроме них в этом поясе отмечены ерники, ивняки и луга. Лесная растительность определяет облик **горно-лесного и подгольцового поясов**. Она характеризуется высоким уровнем ценогического разнообразия. Отмечены леса и редколесья из пяти формаций: лиственничники, ельники, пихтарники, кедровники и березняки. Темнохвойные леса доминируют в составе горнолесного пояса территории, а также определяют облик водоразделов и долин крупных рек.

Таким образом, растительность ключевого участка представлена большим разнообразием горно-тундровых и лесных сообществ, отражающих спектр экологических условий района исследований, приуроченность к различным элементам рельефа и высотным поясам. В результате натурального обследования установлен спектр фитоценозов ранга ассоциации, включающий 30 синтаксонов в горно-тундровом и гольцовом поясах, 16 ассоциаций из пяти лесных формаций – в подгольцовом и горнолесном. На склонах хребта Кузь-Кудинёр выявлены: редкое сообщество – *Cryptogramma crispa-Bistorta major-Dicranum* с редким видом папоротника *Cryptogramma crispa* (L.) R. Br. и новые для Республики Коми ассоциации лесной растительности: *Laricetum gymnocarpiosum* и *Laricetum vaccinoso-sphagnosum*. Анализ материалов разновременных изображений

спектрозональной спутниковой съемки периода 1986–2016 гг. позволил выявить особенности распределения основных растительных сообществ исследуемой территории, рассчитать соотношение доминирующих классов растительности и показал, что значительная часть территории сохраняет свои природные особенности. Среди наиболее показательных изменений отмечены: рост сомкнутости ранее разреженных лесных сообществ, «подъем» в горы лиственных березовых фитоценозов по склоновым участкам, смещение границ экотонной зоны лес-тундра.

Работа выполнена в рамках бюджетной темы АААА-А16-116021010241-9 Структурно-функциональная организация растительных сообществ, разнообразие флоры, лишено- и микобиоты южной части национального парка «Югыд ва».

Литература

Елсаков В.В., Щанов В.М., Бирюкова В.С., Кулюгина Е.Е., Дубровский Ю.А. «Изменения предгорных лесов бассейна р. Щугор по материалам спутниковой съемки периода 1986-2016 гг.» // Сборник статей «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг», Вып. №2, 2016. С. 51–57.

Миркин Б. М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с.

Юдин Ю.П. Геоботаническое районирование / Производительные силы Коми АССР. Сыктывкар, 1954. Т. III Ч. I Растительный мир. С. 323–359.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИСТРАТОРОВ УРОВНЯ ВОДЫ В БОЛОТНЫХ ЛЕСАХ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

С.А. Кутенков

THE USING OF WATER LEVEL DATA LOGGERS IN FORESTED MIRES AND BUILDING UP SIMPLE SIMULATION

S.A. Kutenkov

*Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: ef-
fort@krc.karelia.ru*

Изучение хода уровня болотно-грунтовых вод (УБГВ) проводилось при помощи регистраторов Solinst 3001 LeveloggerJuniorLTM5 в трех био-

топах на болотном массиве у оз. Нижнее Падозеро (Карелия) – сосново-кустарничково-сфагновом верховом болоте (ПП1), сосняке болотно-травяном (ПП2) и ельнике таволговом (ПП3). Близкое положение логгеров в пределах единого массива позволяет пронаблюдать УБГВ для различных биотопов в идентичных климатических условиях.

Использован суточный шаг показаний приборов в периоды с мая по октябрь, с 2014–15 гг. Влияние изменений атмосферного давления компенсировано по данным ближайшей, расположенной в 20 км восточнее, метеостанции (г. Петрозаводск, данные Росгидромета, предоставленные ООО "Расписание Погоды" на сайте gr5.ru).

Простая статистическая обработка данных показала, что достоверно наименьший средний УБГВ наблюдается в сосняке, а наибольшие колебания уровня – в ельнике. Колебания УБГВ показали высокую корреляцию с объемом выпадающих осадков.

На основе показателей логгеров и метеоданных разработаны упрощенные имитационные модели хода УБГВ. В общем виде, дневной гидрологический бюджет складывается из поступления воды, стока и эвапотранспирации (Proulx-McInnis et al, 2013). Общая формула расчета суточного УБГВ имеет следующий вид: $УБГВ_i = УБГВ_{i-1} + P_i * A - B - PET_i * C$,

где $УБГВ_{i-1}$ – уровень предыдущего дня; P – выпавшие за сутки осадки (мм); PET – расчетная суточная эвапотранспирация (мм), рассчитанная по уравнению Thornthwaite (1948) с суточной адаптацией Pereira, Pruitt (2004), с использованием данных метеостанции по температуре и сайта <http://dateandtime.info> по суточному фотопериоду; A – множитель для значения осадков; B – постоянный сток с участка (мм); C – множитель для значения PET .

Соответственно, P и PET – суточные климатические параметры и одинаковы для всех ПП, тогда как три другие величины постоянны, связаны с особенностями участков и имеют различия между ПП.

В периоды ливней иногда наблюдалось значительное расхождение динамики УБГВ и данных по осадкам с метеостанции, что связано с их локальным воздействием. В этом случае данные корректировались с учетом хода УБГВ и показаний других ближайших метеостанций. Для ПП3 выявлено, что часть выпавших осадков интенсивно сбрасывается поверхностным стоком в последующие сутки, что следует учитывать в общем уравнении модели.

Расчет моделей проводился MS Excel, посуточно задавалась формула расчета УБГВ на основе данных P и PET , путем подбора значений A , B и C , до достижения наименьшей суммы квадратов разности расчетных и реальных показателей. Сравнение дисперсий модельных и остаточных

значений с использованием критерия Фишера показало достоверное превышение модельной дисперсии над остаточной (Коросов, Ивантер, 2011), что позволяет считать модель адекватной наблюдаемому ходу УБГВ.

Согласно полученным моделям, реакция УБГВ на осадки максимальна в ельнике. При выпадении 1 мм осадков УБГВ в течение суток поднимается здесь на 4.7 мм, на двух других участках – на 1.9-2 мм. Это несколько компенсируется тем, что на следующие сутки треть поступившей на ППЗ влаги сбрасывается поверхностным стоком, что практически отсутствует на других участках.

РЕТ в ельнике (в среднем, 4.2 мм/сутки) значительно превышает расчетное испарение сосняком (2.3) и сосновым сфагновым болотом (1.5). Постоянный сток также выше в ельнике (2.5), чуть ниже – на сосновом болоте (2.4) и минимальный – в сосняке (1.6). Участок ельника расположен на окраине болотного массива и перехватывает воды, поступающие с суходола, условия питания здесь можно охарактеризовать как более проточные, способствующие лучшему развитию древостоя.

Неполное соответствие модельных и реальных данных объясняется ошибками метеоданных, удаленным положением метеостанции, суточным варьированием времени выпадения осадков, влиянием напорных вод. Более точные исследования требуют наличия большего числа измерительных приборов и использование более сложного математического аппарата (Lafleur et al, 2005).

Литература

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: уч. пос. 2-е изд. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.

Lafleur P.M., Hember R.A., Stuart W.A., Roulet N.T. Annual and seasonal variability in evapotranspiration and water table at a shrub-covered bog in southern Ontario, Canada // *Hydrol. Process.* 2005. Vol. 19. № 18. P. 3533–3550.

Pereira A.R., Pruitt W.O. Adaptation of the Thornthwaite scheme for estimating daily reference evapotranspiration // *Agricultural Water Management.* 2004. Vol. 66. № 3. P. 251–257.

Proulx-McInnis S., St-Hilaire A., Rousseau A.N., Jutras S., Carrer G., Levrel G. Seasonal and monthly hydrological budgets of a fen-dominated forested watershed, James Bay region, Quebec // *Hydrol. Process.* 2013. № 27. P. 1365–1378.

Thornthwaite C. W. An approach toward a rational classification of climate // *Geographical Review.* 1948. № 38 (1). P. 55–94.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА СПЕЦИАЛИЗАЦИИ d' В
ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ И ФЛОРИСТИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Е.В. Кушневская¹, Е.А. Боровичев^{2,1}, Е.В. Шорохова¹

**USE OF THE INDEX OF SPECIES SPECIALIZATIONS d' IN
GEOBOTANICAL AND FLORISTIC STUDIES**

E.V. Kushnevskaya¹, E.A. Borovichev^{1,2}, E.V. Shorohova¹

¹Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: elly.kushn@gmail.com, shorohova@es13334.spb.edu

²Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: borovichyok@mail.ru

Индекс специализации d' был предложен как один из показателей для характеристики экологических сетей, преимущественно мутуалистических взаимодействий между организмами различных групп, например, растений и их опылителей (Olesen, Jordano et al., 2002; Ollerton, Cranmer, 2002). В ее основу положена стандартизированная форма расстояния Кульбака–Лейблера, взятая из теории информации.

$$d'_i = \frac{d_i - d_{min}}{d_{max} - d_{min}}, \text{ где } d_i = \sum_{j=1}^c \left(p'_{ij} * \ln \frac{p'_{ij}}{q_j} \right), \text{ где } p_{ij} - \text{от}$$

носительная встречаемость вида, q_j – пропорциональная доля градации фактора. Индекс принимает значения от 0 до 1, где единица характеризует очень узкую специализацию (Blüthgen et al., 2006). Индекс двусторонний, что позволяет характеризовать его как ширину ниши видов, так и специфичность самого фактора.

Мы использовали данный индекс как показатель приуроченности видов эпиксильных синузид к различным параметрам субстрата. Данные были собраны в заповеднике Кивач, в ходе комплексного эксперимента по изучению влияния физических и химических параметров коры и древесины на разнообразие эпиксильной и ксилотрофной биоты. Были использованы данные об эпиксильной растительности, собранные с 53 детально охарактеризованных стволов. Для характеристики субстрата были использованы следующие параметры: древесная порода (ель, береза, осина, сосна), диаметр, см (<40, >41), давность отпада ствола, годы (0-5, 6-25, 26-40, >41), класс разложения (1 до 5, по: Шорохова, Шорохов, 1999), степень фрагментированности коры на стволе, выраженная как покрытие на стволе в % (<10, 10-90, >91), влажность коры в % (0-100, 100-200, 200-300), стадии эпиксильной сукцессии (1 до 4, по: Кушневская 2012). Расчет

d' проводили отдельно для лишайников, мхов, печеночников, сосудистых растений.

В результате были получены данные о специализации каждого вида к выделенным грациям факторов, что позволило выявить виды стено-топные, имеющие высокие значения d' по нескольким факторам (*Peltigera protextata*, *Tetraphys pellucida*, *Radula complanata*, *Schistochilopsis incisa*), виды, имеющие высокие значения d' только для одного или двух факторов (*Tuckermannopsis chlorophylla*, *Leptogium saturninum*, *Dicranum fuscenscens*, *Plagiochila porelloides*), а также эвритопные виды, широко распространенные на всех вариантах субстрата, представленные в наших данных низкими значениями d' по всем факторам (*Calypogeia muelleriana*, *Cladonia rangiferina*, *Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis*). Индекс можно использовать совместно с анализом сообществ ординационными методами, например, многомерного шкалирования (Non-Metric Multidimensional Scaling), и индикаторным анализом на их основе (Dufréne-Legendre Indicator Species Analysis). Возможно вычисление среднего d' видов для каждого фактора, что позволяет охарактеризовать роль каждого из этих факторов, для изучаемых видов, а также сравнение средней специализации для различных групп видов. В нашем наборе данных для лишайников, мхов и печеночников ведущим фактором является приуроченность к древесной породе, а для сосудистых – класс разложения субстрата. При этом для сосудистых растений характерны в целом низкие значения для всех других факторов, поскольку появление сосудистых на стволах приурочено к финальной стадии разложения и зарастания и их фиксирование на других стадиях во многом случайно. Среди криптогамных организмов, наиболее высокими значениями характеризуются печеночники по причине, с одной стороны, значительного числа высокоспециализированных видов, с другой стороны – специфики нашего исследования.

Ассиметричная оценка связи субстрата и видов, которые на нем встречаются, позволяет оценить специфичность субстрата. Например, при оценке такого важного для криптогамных видов фактора, как древесная порода, для лишайников были получены следующие значения: ель – 0.18, сосна – 0.31, осина – 0.65, береза – 0.20. Резко выделяется в этом ряду осина, на коре которой встречается специфический набор высокоспециализированных видов, некоторое время сохраняющихся на валеже. У сосны более высокий, чем у ели, уровень специализации, и определяется он условиями биотопа, в котором встречается большое число кладоний. Ель и береза имеют сопоставимо низкий уровень значений d'.

Предложенный методический подход может быть использован в прикладных исследованиях выделения ключевых биотопов, лесов высокой природоохранной ценности и пр. Индекс позволяет выделить субстраты, специфичные для редких и нуждающихся в охране видов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-14-10023).

Литература

Кушневская Е.В. Эпиксильные сукцессии в ельниках Ленинградской области // Ботанический журнал. 2012. № 9. P. 917–939.

Шорохова Е.В. Шорохов А.А. Характеристика классов разложения древесного детрита ели, березы и осины в ельниках подзоны средней тайги // Тр. СПб. НИИ лесного хозяйства. 1999. Вып. 1. С. 17–23.

Blüthgen N., Menzel F., Blüthgen N. Measuring specialization in species interaction networks. // BMC Ecology. 2006. №6. Vol. 9. doi: 10.1186/1472-6785-6-9.

Olesen JM, Jordano P: Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. // Ecology. 2002. Vol. 83. P. 2416–2424.

Ollerton J, Cranmer L: Latitudinal trends in plant-pollinator interactions: are tropical plants more specialised? // Oikos. 2002. Vol. 98. P. 340-350.

ТИПОЛОГИЯ И СИНТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР

И.А. Лавриненко

THE TYPOLOGY AND SYNTAXONOMIC COMPOSITION OF TERRITORIAL VEGETATION UNITS IN THE EAST EUROPEAN TUNDRA

I.A. Lavrinenko

Ботанический институт им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург; e-mail: lavrinenkoi@mail.ru

При картографировании растительности тундровой зоны мы имеем дело с геоботаническими контурами, представленными преимущественно комбинациями сообществ разных синтаксонов, связанных единством ландшафта в целостные, топографически выраженные территориальные единицы растительности (ТЕР) или фитоценохоры. Их синтаксономическая неоднородность обусловлена мозаичностью и мелко контурностью

растительного покрова, вследствие широкого распространения криогенных процессов, приводящих к экологической неоднородности элементов фитоценохор.

Формирование легенды для карт растительности, основанное на выделении доминирующих синтаксонов, приводит к их упрощению и потере большей части информации. Использование ГИС-технологий и баз геоданных позволяют существенно увеличить информативность геоботанических карт, подготовить развернутую легенду с полным синтаксономическим составом выделенных фитоценохор и опубликовать ее в виде статьи или сопроводительной записки.

Основой для разработки легенды является классификация растительности картируемой территории. Учитывая различия в подходах к классификации, необходима инвентаризация первичных данных (геоботанических описаний), полученных в полевых условиях, и публикация их в научных изданиях. Это послужит документальным подтверждением картографического материала и обеспечит сопоставимость результатов, полученных синтаксономистами и картографами разных научных школ.

Основным аргументом противников применения классификации Браун-Бланке в геоботаническом картографировании является слишком широкое понятие ассоциации, которая в действительности не является минимальной картируемой единицей – в пределах синтаксонов этого ранга существуют субассоциации, варианты и фации, которые формируют комплексы, серийные и экологические ряды, сочетания. В качестве примера приведем асс. *Rubo chamaemori–Dicranetum elongati* (Лавриненко, Лавриненко, 2015). Субасс. *R. ch.–D. e. typicum* распространена на полигональных, плоскобугристых и малорасчлененных торфяниках всей территории восточноевропейских тундр, включая северную лесотундру; субасс. *R. ch.–D. e. inops* – на полигональных и плоскобугристых торфяниках на островах Колгуев и Долгий, расположенных в южной полосе типичных тундр; субасс. *R. ch.–D. e. caricetosum rariflorae* – на полигональных и мелкобугристых торфяниках низких морских террас вдоль побережья Баренцева моря. Использование в легенде карты только синтаксона уровня ассоциации неизбежно приведет к потере информации.

Цель нашей работы – разработка типологической схемы ТЕР восточноевропейских тундр для геоботанического картографирования, основанной на валидных синтаксонах. Предложены 4 основных ранга ТЕР: отдел, класс, типы подтип, для формализации названия которых использованы наименования синтаксонов, характерных для фитоценохор данной единицы (Лавриненко, 2016).

Ключевое положение в типологии фитоценозов отводится классу, который, как и в синтаксономической системе Браун-Бланке (Миркин и др., 1984), позволяет быстро определить положение территориальной единицы в типологической схеме. Класс фитоценозов объединяет ТЕР, состав синтаксонов (и их комбинаций) которых отражает экологическое своеобразие группы местообитаний с преобладающим влиянием одного или нескольких ведущих факторов среды (положение в рельефе, увлажнение, субстрат, положение на склоне, соленость и др.). В определении класса высокую значимость имеют эколого-физиономические критерии растительности. Большинство из них отчетливо различаются по спектральным характеристикам и индексам на спутниковых снимках. При наименовании класса использован синтаксон классификации Браун-Бланке ранга союза, который диагностирует экологические особенности местообитаний и своеобразие фитоценозов. Это позволяет согласовать типологию с классификацией местообитаний в системе EUNIS (Schaminée et al., 2014), которая является важным инструментом стандартизации при классификации местообитаний в Европейском Союзе.

Типологические единицы фитоценозов включают в себя сообщества как одного, так и большего числа классов растительности вследствие контрастности экологических условий элементов мезо- и микрорельефа (бугры-топи-озерки, полигоны-трещины, бугры-межбугровые понижения, экологические ряды склонов разной экспозиции).

Особенность предлагаемой типологии ТЕР – возможность использовать категории разного ранга в качестве элементов легенды геоботанических карт. При генерализации, по мере уменьшения их масштаба, усложнение структуры фитоценозов приводит к возрастанию ранга категории (подтип → тип → группа → класс). В то же время, остается возможность сохранить в легенде реальный состав синтаксонов выделенных единиц, а не поднимать их ранг с ассоциации до уровня группы ассоциаций, формации, группы формаций и выше (или союза, порядка, класса), как это принято (Исаченко, 1960).

Предлагаемые подходы к выделению и классификации ТЕР позволяют рассматривать геоботаническую карту как определенный этап в изучении растительного покрова конкретной территории, которая будет уточняться по мере накопления данных о синтаксономическом составе. Развитие современных ГИС-технологий, получение и обработка все более качественных дистанционных материалов открывают для этого широкие возможности.

Литература

Исаченко Т.И. Принципы и методы генерализации при составлении карт крупного, среднего и мелкого масштабов (на основе опыта картографирования растительности бассейна Амура) // Картография растительного покрова: тезисы докладов на совещании по вопросам картографии растительности (Новосибирск, 1960 г.). М., 1960. С. 60–62.

Лавриненко О.В., Лавриненко И.А. Сообщества класса *Oxycocco-Sphagnetea* Вг.-В1. et R. Тх. 1943 в восточноевропейских тундрах // Растительность России. 2015. № 26. С. 55–84.

Миркин Б.М., Коротков К.О., Морозова О.В., Наумова Л.Г. Что такое класс в системе Браун-Бланке? // Бюл. Моск. о-ва испытат. природы. Отд. биол. 1984. Т. 89, вып. 3. С. 69–79.

Schaminée J.H.J., Chytrý M., Hennekens S.M., Mucina L., Rodwell J.S., Tichý L. Development of vegetation syntaxa crosswalks to EUNIS habitat classification and related data sets. Final report EEA/NSV/12/001. 2014. 135 p.

**О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО
ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И УХОДУ ЗА ДЕКОРАТИВНЫМИ
ДРЕВЕСНЫМИ И ТРАВЯНИСТЫМИ РАСТЕНИЯМИ В
НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)
И.Г. Мазина¹, О.А. Обьедкова², О.И. Коротков¹**

**ON THE ESTABLISHMENT OF THE INFORMATION SYSTEM
FOR INVENTORIES AND MAINTENANCE OF DECORATIVE
WOODY AND HERBACEOUS PLANTS IN THE NIKITA BOTANICAL
GARDENS (CRIMEA REPUBLIC)**

I.G. Mazina¹, O.A. Obedkova², O.I. Korotkov¹

¹Никитский ботанический сад-Национальный научный центр, г. Ялта, Республика Крым; e-mail: mazina33@i.ua, botsad@inbox.ru.

²Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета, г. Волжский, Волгоградская область; e-mail: 79195448797@yandex.ru

Никитский ботанический сад (НБС), общей площадью 881,6 га, входит в состав особо охраняемых природных территорий федерального значения Российской Федерации и охраняется как национальное достояние, относительно которого устанавливается особый режим охраны, восстановления и использования (Маслов, 2016).

В связи с необходимостью документирования коллекций НБС, имеющих большое количество видов и экземпляров растений, возникает потребность в создании и использовании информационной системы (ИС).

В НБС была проведена работа по созданию концептуальной модели базы данных (БД) дендрологической коллекции (Мазина, Сиренко, 1999), которая используется в дальнейшей разработке ИС по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями.

В настоящее время одним из наиболее мощных инструментов документирования ботанических коллекций, пространственной привязки отдельных растений и их групп являются географические информационные системы (ГИС) (Прохоров и др., 2013).

Сотрудники ботанических садов, занимающиеся инвентаризацией и уходом за декоративными древесными и травянистыми растениями, заинтересованы в пространственном представлении информации о коллекционных фондах в легко воспринимаемой форме. Поэтому ИС целесообразно разрабатывать, используя не стационарные ГИС, которые трудны в освоении и имеют платные лицензии, а веб-ГИС, которые просты в использовании и в большинстве своем бесплатны.

Цель нашей работы – создание ИС по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями в НБС на основе БД и веб-ГИС. Данная ИС необходима для определения стратегии формирования, обмена, рационального использования и долгосрочного планирования коллекционной политики НБС.

Разработка БД проводится нами на основе реляционной модели данных и включает все необходимые этапы проектирования (инфологическое моделирование, даталогическое и физическое проектирование, описание БД (схемы, схемы хранения), проектирование и описание подсхем) с использованием Международного переводного формата для кодировки стандартных полей ITF 2. Для номенклатурной проверки таксонов в БД используются "The Plant List" и IPNI. Построение систем обработки данных осуществляется в среде СУБД FoxPro.

В настоящее время Инфологическая модель БД дендрологической коллекции арборетума Никитского сада включает следующие объекты: на уровне таксона – Список таксонов, Синонимы, Характеристики таксона, Поражения и повреждения, Хозяйственное использование, Уход; на уровне экземпляра - Инвентарный список, Индивидуальные признаки, Локализация, Фенология.

На основе информации о пространственном расположении отдельных экземпляров растений создается электронный слой, который включает в себя атрибутивную информацию о всех экземплярах.

Для формирования веб-карт применяется следующий методический подход: созданные специалистами в области ГИС электронные слои экспортируются в веб-ГИС на платформе NextGIS Web, komponуются в тематические веб-карты, пользователь (сотрудник НБС) воспроизводит веб-карту с помощью любого браузера и не связан программно с СУБД и ГИС.

ИС будет выполнять следующие функции:

1. Регистрация поступления посадочного материала, его состояния, посадок или пересадок деревьев и кустарников на куртинах, с информацией о параметрах посадки/пересадки, подсчетом расходных материалов и трудозатрат.

2. Регистрация и картографирование существующих деревьев и кустарников, мониторинг их состояния.

3. Списание и картографирование погибших деревьев и кустарников.

4. Регистрация и картографирование закладки газонов, цветников, каменистых горок, мониторинг их состояния.

5. Планирование и регистрация работ по уходу за растениями (осмотр, подкормка, обрезка, полив, лечение и др.). Составление наряда на работу и технологических картосхем.

6. Формирование различных запросов (по виду ухода, группе и состоянию растений, дате выполненного мероприятия и др.).

Для пользователей информация может быть представлена в виде веб-карт, а также картосхем и табличных отчетов на бумажных носителях.

Литература

Мазина И.Г., Сиренко И.П. О разработке объектов "Список таксонов" и "Характеристики таксона" при проектировании базы данных дендрологической коллекции Никитского ботанического сада // Бюл. Никит. ботан. сада. 1999. Вып. 79. С. 132–136.

Маслов И.И. Сохранение разнообразия растительного мира в Никитском ботаническом саду // Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы: материалы международной конференции, посвященной 70-летию Центрального сибирского ботанического сада (Новосибирск, 1–8 августа 2016 г.). Новосибирск: ЦСБС СО РАН. 2016. С. 179–181.

Прохоров А.А., Платонова Е.А., Шредерс М.А., Тарасенко В.В., Андриусенко В.В., Куликова В.В. Компоненты информационного про-

странства ботанического сада. Геоинформационная система ПетрГУ // Hortus Botanicus 2013. Т. 8. С. 66–74. URL: <http://hb.karelia.ru>.

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЙМЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В
РАЗНЫХ МАСШТАБАХ (НА ПРИМЕРЕ РЕК СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ
И ПИНЕГИ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.)**

М.А. Макарова

**THE FLOODPLAIN VEGETATION MAPPING AT DIFFERENT
SCALES (NORTHERN DVINA AND PINEGA RIVERS,
ARKHANGEL'SK PROVINCE)**

М.А. Makarova

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. С-Петербург; e-mail: MMakarova@binran.ru

Растительный покров пойм очень динамичен, что обусловлено в первую очередь гидрологическим режимом реки, и как следствие, уровнем поемности в разные годы, скоростью переотложения руслового и пойменного аллювия. Оценить пространственную структуру растительного покрова в поймах рек помогает картографирование растительности. Современные ГИС-технологии позволяют быстро и детально разрабатывать карты разного тематического содержания. Сравнивая разновременные космоснимки, возможно выявить динамические стадии зарастания прирусловой части поймы, скорость и направление прироста песчаных отмелей, на которых формируются пионерные растительные сообщества пойм. С помощью сравнения разносезонных снимков поймы подразделяется на долго-, средне- и краткопоемные участки, что помогает выделить контуры с различными геоморфологическими и экологическими характеристиками, и соответственно, различной растительностью.

В 2012–2015 гг. в долинах рек Северная Двина и Пинега в зонах выхода пермских гипсовых отложений выполнены наземно-дистанционные исследования пространственной структуры растительного покрова и созданы геоботанические карты пойменной растительности ключевых участков. Типология растительности, использованная в легендах к картам, построена по эколого-фитоценологическому принципу. В основу выделения ассоциаций положена общность видового и биоморфного состава доминантов, учитывался состав доминирующих видов и группы индикаторных видов, маркирующих условия местообитания.

В зависимости от масштаба создаваемой карты складывается определенный набор растительных сообществ, которые возможно отразить на карте. Для изучения структуры неоднородной растительности используется м. 1:1000–1:5000 (Грибова, Исаченко, 1972). На картах такого масштаба возможно отображение всей мозаики выявленных контуров сообществ, составляющих серийные или пространственно-временные ряды. К примеру, ряд *Petasites spurious* → *Petasites spurious*+*Equisetum arvense*+*Salix viminalis* → *Salix viminalis*+*Bromopsis inermis* показан как отдельные контуры белокопытниковых сообществ, разреженных ивняков хвощово-белокопытниковых и ивняков кострцовых.

На картах м. 1:10000–1:50000 возможно максимально отобразить разнообразие и сложную структуру пойменной растительности. Так, к примеру, на карте долины р. Пинеги (м. 1:30000) изображено 53 типа картируемых единиц, из них 25 относятся к однородной и 28 к неоднородной растительности (Макарова, 2017). Для отражения структуры растительности в легенде были использованы разные приемы: высшие подразделения выделены на основе дифференциации территории на крупные геоморфологические элементы долины реки (пойма, склоны надпойменных террас); средние подчеркивают внутриландшафтные различия; низшие показаны гомогенными (ассоциации, группы ассоциаций) и гетерогенными (сочетания, серийные и экологические ряды) картируемыми единицами.

На обобщенных крупномасштабных (1:50000–1:100000) и региональных среднемасштабных (1:300000–1:500000) картах показывают наиболее устойчивые стадии смен растительного покрова, занимающих значительные площади (Грибова, Исаченко, 1972). Генерализуя легенду карты растительности Пинеги (м. 1:30000) до среднего масштаба, можно выделить преобладающие устойчивые сообщества (здесь и далее в скобках перечислены доминанты): ивняки кострцовые (*Salix viminalis*, *Bromopsis inermis*) в прирусловой, разнотравно-крупнозлаковые луга (*Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Galium boreale*, *Geranium pratense*, *Filipendula ulmaria*) в центральной и сероольхово-березовые таволговые леса (*Betula pubescens*, *Ahnus incana*, *Filipendula ulmaria*) в притеррасной зоне. Сходная генерализация карты растительности Северной Двины (м. 1:30000): ивняки кострцовые (*Salix acutifolia*, *S. viminalis*, *Bromopsis inermis*), разнотравно-крупнозлаковые луга (*Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Geranium pratense*, *Sanguisorba officinalis*, *Filipendula ulmaria*), ольхово-березово-

еловые таволговые леса (*Picea fennica*, *Betula pubescens*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Filipendula ulmaria*). Для притеррасной части поймы Двины в пределах ключевого участка отмечено наличие ольхи черной в составе ельников таволговых (Макарова, Головина, 2017), что нетипично для пойменной растительности среднетаежной зоны (Липатова, 1980). Для притеррасья поймы Пинеги и ее притоков приводятся ельники таволговые (Сабуров, 1972), которые в связи с рубками 1970-х гг. в настоящее время не сохранились в пределах ключевого участка.

На картах с масштабом менее 1:500000 возможно отобразить только обобщенные эколого-динамические долинные ряды (Ильина, 1968; Липатова, 1980). На «Карте растительности европейской части СССР» (м. 1:2000000) пойменная растительность среднетаежной зоны показана как обобщенный эколого-динамический ивово (*Salix acutifolia*, *S. viminalis*) – кустарниково (*Salix triandra*, *S. myrsinifolia*, *Alnus incana*) темнохвойный (*Picea abies* x *obovata*) ряд, в котором приводятся заключительные динамические стадии растительности прирусловой и притеррасной зон поймы (Липатова, 1980).

Литература

Грибова С.А., Исаченко Т.И. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Т. 4. Л., 1972. С. 137–334.

Ильина И. С. Картографирование растительности поймы р. Оби на отрезке Ханты-Мансийск – Нижневартовское // Докл. Ин-та Географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 17. Иркутск. 1968. С. 12–19.

Липатова В. В. Растительность пойм // Растительность европейской части СССР. Л. 1980. С. 346–358.

Макарова М. А. Крупномасштабное картографирование растительности долины реки Пинеги (на отрезке Петровское – Голубино – Окатово, Архангельская область) // Геоботаническое картографирование. СПб. 2017. (в печати).

Макарова М. А., Головина Е. О. О сообществах с участием *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. в пойме Северной Двины (Архангельская область) // Мат-лы конф. «VIII Галкинские чтения». 2–3 февраля 2017 г. СПб. 2017. С. 66–69.

Сабуров Д.Н. Леса Пинеги. Л.: Наука. 1972. 173 с.

**CRIS КАК РАБОЧАЯ МОДЕЛЬ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КРИПТОГАМНЫХ
БОТАНИКОВ**
А.В. Мелехин

**CRIS AS A WORKING MODEL OF THE INTER-REGIONAL
INFORMATION SYSTEM FOR CRYPTOGAMIC BOTANISTS**
A.V. Melechin

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: melihen@yandex.ru

CRIS (Cryptogamic Russian Information System) – это инструмент для внесения, хранения, организации, поиска и вывода данных по биоразнообразию криптогамных организмов (Мелехин и др., 2013). Существовая уже более 10 лет и устойчиво развиваясь все это время, информационная система (ИС) выросла в проект, состоящий из пяти разделов (по группам организмов) с десятками тысяч записей об образцах из разных гербариев, наблюдений, литературных данных, тысячами файлов изображений (krabg.ru/cris).

В представленных материалах дано описание текущего функционала ИС, с целью демонстрации готовности и пригодности CRIS в качестве ИС межрегионального использования. Данные о текущем состоянии CRIS приведены в материалах Д.А. Давыдова с соавторами (2017).

Неизбежность перехода исследователей и гербариев на использование сетевых межрегиональных ИС очевидна, так как это:

а) позволяет передать решение технических вопросов специалистам;

б) упрощает доступ к ИС – она становится доступна из любого гербария, который подключен к сети Интернет;

в) позволяет передать решение технических и организационных вопросов по экспорту данных в GBIF (gbif.org), EOL (eol.org) и т. п.;

г) освобождает от бюрократии – весь контроль и учет гербарного обмена, отслеживание перемещений образцов ведется полуавтоматически средствами ИС;

д) объединяет усилия не только технических специалистов в работе над одним проектом, но и усилия исследователей, у которых появляется возможность распределить нагрузку по ведению таксономии и вводу

данных в зависимости от региональной или систематической специализации.

Отвечая всем этим требованиям сетевой ИС, CRIS имеет еще ряд возможностей и свойств:

- отработано поглощение локальных баз данных (БД);
- ввод и связывание любых типов данных – структурированного и неструктурированного текста, файлов, ссылок;
- внесение и правка данных об образце, например в процессе его определения;
- внесение любых типов материалов – литературных данных, наблюдений, этикеток гербарных образцов (в т. ч. из гербариев, БД которых не поглощены CRIS);
- вывод данных в любой форме – таблицы, списки, гиперссылочные списки, этикетки, карты распространения;
- фильтрация данных для вывода – например, вывод всех видов, образцы которых собраны внутри произвольного полигона;
- наличие средств массовой обработки материалов – например, массовое внесение координат по известным местонахождениям, массовое исправление таксонов и т. п.;
- открытый и свободный доступ к данным;
- постоянное развитие.

Такой развитый функционал обеспечивается не только использованием достаточно подходящего для данного проекта свободного ПО с открытым исходным кодом (ОС – Linux, СУБД – PostgreSQL, система управления содержимым – Drupal), но и продуманными, отработанными годами использования форматами данных.

Данные вносятся в ИС CRIS как различные типы материалов, имеющие свои форматы:

- литературные данные вносятся как «Литературный образец», главной особенностью которого является наличие ссылки на источник;
- наблюдения вносятся как «Образец наблюдения», они не имеют физического образца, хранимого в каком-либо гербарии;
- данные из других источников вносятся как «Данные из других источников» с указанием сторонней ИС или гербария, не входящего в CRIS;
- гербарный образец вносится как «Образец гербария А», где А – акроним гербария (запись связана с физическим образцом через гербарный номер);

Все типы материалов многовидовые. Более подробно структура этих типов освещена в предыдущих публикациях (Мелехин и др., 2013; Константинова и др., 2016) и на сайте CRIS (krabg.ru/cris).

В 2017 году был введен новый экспериментальный тип материала для гербарных образцов – «Универсальный образец (любого) гербария». Этот тип материала имеет ряд следующих преимуществ перед традиционным образцом:

+ Образец данного типа может быть оформлен для любого гербария – отпадает необходимость любого другого типа гербарного материала – это значительно упрощает ИС, делает ее обслуживание проще, а работу – быстрее и надежнее; упрощает процесс присоединения гербария к CRIS.

+ Дублеты являются самостоятельными образцами с пометкой местоположения «на отправке» (у традиционного образца дублеты должны иметь «оригинал», что не всегда оправдано). Дальнейшая судьба каждого «дублетного» образца может быть легко отслежена по ID (уникальный внутри раздела CRIS идентификатор).

+ Исследователь легко может отследить историю перемещений и переопределений образца, где бы он ни находился в данный момент, что часто затруднительно для образца попавшего в сторонний гербарий.

+ Для каждого образца явно указываются все места обработки (переопределений).

При всем многообразии своего функционала, CRIS ограничена своими назначением и ориентированностью.

CRIS не является инструментом анализа и обработки – данные из CRIS более оптимально выгружать для обработки и анализа в специализированных приложениях (например геоанализ – в QGIS, статистический – в R и т. п.).

CRIS – это не законченный результат, данная ИС не является хранилищем «Флоры» такого-то региона, в ней нет готовых, кем-то внесенных данных по региону или систематической группе – она является инструментом и процессом получения флоры или инструментом и процессом организации данных по систематической группе.

Резюмируя, хотелось бы еще раз отметить, что в консолидации усилий технических специалистов и научных сотрудников, в объединении ресурсов разрозненных групп и организаций – главная цель создания межрегиональной криптогамной ИС. Всем требованиям такого инструмента отвечает CRIS, как готовая, проверенная временем, динамично развивающаяся и функционально богатая ИС.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-29-02662).

Литература

Давыдов Д.А., Мелехин А.В., Константинова Н.А., Боровичев Е.А. Ресурсы и потенциал Cryptogamic Russian Information System // Сборник тезисов Международной научно-практической конференции «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях». Апатиты: КАЭМ. 2017. С. 34-36.

Мелехин А.В., Давыдов Д.А., Шалыгин С.С., Боровичев Е.А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрокариот и лишайников CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 2013. Т. 118. Вып. 6. С. 51–56.

ФАУНИСТИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ «ПТИЦЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ»

А.А. Морковин, М.В. Калякин, О.В. Волцит

A FAUNISTIC DATABASE «THE BIRDS OF NORTHERN EURASIA»

A.A. Morkovin, M.V. Kalyakin, O.V. Voltzit

Зоологический музей МГУ, г. Москва; e-mail: a-morkovin@yandex.ru

Сбор данных по распространению животных на обширных территориях требует больших затрат труда и времени. Столь же проблематичен и последующий анализ разрозненных сведений из многочисленных фаунистических публикаций. Обобщение материалов существенно упрощают электронные базы данных, предполагающие стандартизированный ввод информации о встречах тех или иных организмов. Во многих западных странах в сбор данных активно вовлекаются непрофессиональные наблюдатели. Это позволяет существенно увеличить объем получаемых данных, вести постоянный мониторинг границ ареалов и обилия животных (Greenwood, 2007).

Программа «Птицы Москвы и Подмосковья», организованная М.В. Калякиным и О.В. Волцит в 1999 г. – один из первых российских проектов, направленных на вовлечение широкого круга любителей природы в сбор информации об орнитофауне страны (Калякин, Волцит, 2006). Материалы, получаемые от наблюдателей, переводятся в стандартный электронный формат и хранятся в виде базы Access. В 2014 г. география сбора

данных, первоначально охватывавшая только московский регион, существенно расширилась, благодаря созданной И.И. Уколовым веб-базе «Онлайн дневники наблюдений птиц» (www.ru-birds.ru). Веб-база и специальное мобильное приложение «Птицы: учет и наблюдение» (Bird Record 3.0) предоставляют всем участникам проекта удобный способ ввода и визуализации данных. Полученные данные хранятся в Зоологическом Музее МГУ. В дальнейшем планируется включение базы в общеевропейский проект EuroBirdPortal (www.eurobirdportal.org), который объединяет национальные системы сбора данных и предоставляет обобщенные сведения о встречах птиц в масштабах всего континента.

Материалы, собранные в ходе работы программы, позволили уточнить распространение, фенологию прилета и гнездования большинства видов Москвы и Подмоскovie. Они легли в основу создания региональных атласов птиц (Калякин, Волцит, 2006; Атлас птиц..., 2014), а также готовящегося «Атласа гнездящихся птиц Европейской России» (Калякин, Волцит, 2015).

Например, по материалам базы данных по птицам Москвы, собранной в рамках подготовки атласа птиц города, была проведена полная инвентаризация фауны города (в том числе уточнен список краснокнижных видов), дана оценка численности всех видов городской фауны, изучен характер распределения птиц по территории города и их приуроченность к тем или иным биотопам, получены новые данные по адаптации видов к условиям города (гнездование в необычных местах, зимовки в норме перелетных видов, частичная смена кормов — выкармливание птенцов подкормкой из кормушек).

Наряду с базой данных по встречам, мы ведем специализированные базы данных для результатов учетов птиц, детальных сведений о гнездовой биологии и библиографическую базу фаунистических работ по птицам региона.

Долгосрочная цель проекта – создание сети наблюдателей на всей территории России. Современная концепция зоологического музея как хранилища разносторонней информации о животных предполагает, наряду с хранением коллекционных материалов, сбор сведений об ареалах. Это даст возможность вывести на новый уровень задачи фаунистики, а также будет способствовать задачам экологического просвещения. Рост популярности любительской орнитологии в последние годы, которому способствует доступность современных технических средств наблюдения, позволяет надеяться, что эта цель осуществима.

Литература

- Атлас птиц города Москвы. М.: Фитон XXI. 2014. 332 с.
Калякин М.В., Волцит О.В. Атлас. Птицы Москвы и Подмосковья. Москва София: Pensoft. 2006. 372 с.
Калякин М.В., Волцит О.В. О развитии проекта по созданию атласа гнездящихся птиц европейской части России // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2015. Т. 120. Вып. 5. С. 3–12.
Greenwood J.J.D., 2007. Citizens, science and bird conservation // Journal of Ornithology. V. 148. Suppl. 1. P. 77–124.

EXCELTOR – МОДУЛЬ ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ EXCEL И СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА R

А.Б. Новаковский

EXCELTOR, THE MODULE FOR SEMI-AUTOMATIC ANALYSIS OF GEOBOTANICAL DATA BASED ON THE EXCEL AND THE STATISTICAL PACKAGE R

A.B. Novakovskiy

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми; e-mail: novakovsky@ib.komisc.ru

Одним из определяющих трендов современной геоботаники является отход от описательных способов обработки данных в сторону использования различных вычислительных алгоритмов. С одной стороны, это позволяет анализировать большие объемы информации, с другой – уменьшить влияние субъективности в исследованиях.

Для решения подобных задач в геоботанике традиционно применяются различные специализированные программы, например, PC-ORD, Juice, Twinspan, Canoco и т.д. На наш взгляд, одним из наиболее перспективных программных продуктов является использование пакета "R" (Seefeld, Linder, 2007; Borcard et al., 2011; Мاستицкий, Шитиков, 2014; Kabacoff, 2015). Это свободно распространяемая программа, с открытой лицензией, обладающая большой гибкостью в плане выбора алгоритмов для анализа и отображения результатов (<https://cran.r-project.org>). Наряду с базовыми функциями, "R" позволяет использовать дополнительные расширения, в которых реализованы практически все виды статистических задач (на сегодняшний день таких расширений более 2000). Основным недостатком пакета "R" является сложность его использования, поскольку

для любого действия (проведения статистического анализа, построения диаграммы, записи результатов работы в файл и т.д.) требуется создавать собственные скрипты (небольшие программы, реализующие функционал "R"). Отсюда, язык "R" при всех своих очевидных достоинствах достаточно мало используется в современной геоботанике в России. Чаще всего для хранения и обработки данных геоботаники использует табличный процессор Excel (или его аналоги). Он является наиболее простым в использовании, однако не обладает широкими возможностями по анализу данных. Поэтому нами была разработана программно-аналитическая надстройка ExcelToR (Новиковский, 2016), которая позволяет объединить легкость ввода и хранения данных характерные для табличных процессоров и возможности по статистической обработке данных представляемые пакетом "R".

Надстройка ExcelToR не является самостоятельной программой и не обладает собственным интерфейсом. Надстройка встраивается в Microsoft Excel в виде дополнительного пункта меню. В качестве исходных данных для анализа используется стандартная Excel таблица. Столбцы таблицы представляют собой перечень анализируемых объектов (геоботанические описания), строки – их характеристики (виды). В ячейках таблицы ставятся числовые значения параметров. Чаще всего это проективное покрытие, выраженное в процентах или баллы обилия по шкале Браун-Бланке.

На сегодняшний день надстройка позволяет проводить ординацию (метод главных компонент – PCA, неметрическое многомерное шкалирование – NMS), кластерный анализ данных (метод ближайшего соседа – Single-linkage, взвешенного среднего – UPGMA, метода Варда), накладывать в виде закрашивания и корреляционных векторов дополнительные экологические факторы, представлять данные в виде теплокарт.

Разработанная схема взаимодействия Excel и "R" является модульной, что позволяет в течение короткого времени внедрять в надстройку любые другие алгоритмы анализа и/или визуализации данных реализованные в "R".

Таким образом, созданная программно-аналитическая надстройка ExcelToR расширяет возможности Microsoft Excel по статистической обработке данных в геоботанике. Универсальность предложенных алгоритмов позволяет использовать модуль для решения задач в других областях экологии и биологии. Она проста в использовании и не требует специальной подготовки данных.

Надстройка является свободно распространяемой. Скачать установочную версию ExcelToR и подробную инструкцию по использованию можно по адресу <http://ib.komisc.ru/exceltor>.

Литература

Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронный ресурс]. Хайдельберг – Лондон – Тольятти. 2014. <http://r-analytics.blogspot.ru/2014/12/r.html>.

Новаковский А.Б. Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии. // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 3. С. 26–33.

Borcard D., Gillet F., Legendre P. Numerical Ecology with R. N.-Y.: Springer. 2011. 319 p.

Kabacoff R.I. R in Action. Data analysis and graphics with R. 2nd ed. N.-Y.: Manning. 2015. 608 p.

Seefeld K., Linder E. Statistics Using R with Biological Examples. Durham: University of New Hampshire. 2007. 325 p.

ИНТЕРАКТИВНАЯ КАРТА И БАЗА ДАННЫХ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РЕЗЕРВАТА КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Н.Н. Николаева, В.В. Воробьев

INTERACTIVE MAP AND DATABASE OF KARELIAN BIRCH GENETIC RESERVE

N.N. Nikolaeva, V.V. Vorobiev

Институт леса КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия; e-mail: nnnikol@krc.karelia.ru

Сохранение видового разнообразия растений в местах их естественного произрастания всегда являлось актуальным. В настоящее время, на фоне постоянно растущего антропогенного влияния, задача мониторинга ситуации сокращения, сохранения или увеличения изучаемой популяции остается востребованной. Карельская береза (*Betula pendula* var. *carelica*) является одним из редких растений РФ, которое ценится за высокодекоративную аномальную по строению древесины. Природные популяции карельской березы крайне малочисленны и нуждаются в охране и изучении. На территории Национального Парка «Себежский» в 1998г. был создан генетический резерват карельской березы на площади 29га.

В 2015 г. нами были выполнены работы по инвентаризации данного насаждения маршрутным методом. С помощью бытового GPS-приемника Garmin произведены полевые измерения местонахождения всех растений карельской березы на территории резервата в системе координат WGS-84. Для переноса и обработки данных использована прилагающаяся к приемнику программа Map source. Данные многократных измерений, полученные с помощью трёх приемников в разное время суток, были усреднены, точность определения в итоге оказалась равной 3 м, достаточной для визуального контроля окружающей ситуации. По усредненным полевым трекам отрисованы контуры дорожно-тропиночной сети и контуры леса. Непосредственно сами объекты наблюдений, отдельно стоящие древесные растения, обозначены точечными объектами под собственными инвентарными номерами. Используя возможности программы Mapsource подготовлена интерактивная карта, где к каждому объекту прикреплены наборы фотоснимков в разных проекциях и степени детализации и таблицы с данными по 18 характеристикам на каждое растение. При обращении к конкретному объекту на карте идет обращение к базе данных. Подготовленная по результатам данного обследования база данных включает в себя координаты каждого растения карельской березы на территории резервата, таксационные измерения (за 1998 и 2015 гг.) и морфологические описания, отражающие характеристики кроны, рельефа ствола, коры, заселенность мхами и лишайниками, наличие повреждений различного происхождения и т.д. Дополнительно были созданы карты отражающие распределение деревьев на территории резервата по высоте, по интенсивности формирования генеративной сферы и т.д.

В итоге получилось удобное в использовании дополнение к созданной базе данных деревьев, прошедших и не прошедших инвентаризацию. Бюджетная альтернатива дорогим ГИС-системам, безусловно, не претендующая на роль инструмента для решения глобальных задач лесоустройства. Это один из способов визуализации имеющегося табличного списка сотен параметрических измерений и морфологических наблюдений, проведенных при очередной инвентаризации насаждения. Практика показала, что визуализация данных помогает выявить приуроченность растений к конкретным участкам с определенным рельефом и почвенными условиями, "двойные" номера и многие другие особенности развития популяции. Хранится файл с такими данными и программой может на отдельной флешкарте.

Применяя ПК, не связанные с доступом в Интернет, можно ограничить появление служебных данных такого характера в Сети и их несанк-

ционированное использование, либо предусмотреть свою условную систему координат и известный только ограниченному количеству специалистов ключ для пересчета координат.

Систематическое проведение повторных измерений с заданным временным интервалом (например, раз в три года), дополнение базы данных и генерирование новых карт обеспечат мониторинг динамики популяции карельской березы в генетическом резервате и своевременное применение необходимых мер по сохранению и развитию данной популяции.

**О СОЗДАНИИ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ
ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
О.Н. Пересторонина, С.В. Шабалкина, Е.А. Михайлова**

**ON CREATING OF THE HERBARIUM DATABASE OF THE
VYATKA STATE UNIVERSITY
O.N. Perestoronina, S.V. Shabalkina, E.A. Mikhailova**

Вятский государственный университет, г. Киров, Кировская область; e-mail: botany-vsuv@yandex.ru

Гербарий кафедры биологии и методики обучения биологии (БиМОБ) Вятского государственного университета (до 2016 г. Вятского государственного гуманитарного университета) уникален для Волго-Вятского региона, создан на основе гербарной коллекции местного краеведческого музея, собранной в довоенные годы краеведом А.Д. Фокиным. Сведения по истории его создания и о значении в ботаническом образовании опубликованы ранее (Пересторонина, Шабалкина, 2013, 2015).

Основу Гербария составляют сосудистые растения, смонтированные более чем на 20000 листах. Первые сборы видов местной флоры датированы 1850-м г. Основное пополнение было в 20-е и 60-е годы XX века, продолжается и в настоящее время. В Гербарии присутствуют сборы с территорий сопредельных республик и областей, а также Кавказа, Грузии, Китая и других регионов. Гербарий смонтирован на листах размером 297×420 мм, снабжён типовыми этикетками, размещен в шкафах специальной конструкции.

Гербарная коллекция пополняется силами ученых, краеведов, преподавателей кафедры и студентов. Основные коллекторы – А.Д. Фокин, Ф.А. Александров, И.Ф. Сележинский, Н.Н. Розанова, И.А. Шабалина, Т.С. Носкова.

Гербарий кафедры БиМОБ включает три отдела: научный, учебный и специализированный. В научном отделе находятся смонтированные растения, относящиеся к 504 родам из 109 семейств, из них 16 семейств – это высшие споровые, 4 – голосеменные растения. Семейства расположены по системе А.Л. Тахтаджяна, роды внутри семейств и виды внутри родов – по алфавиту.

Учебный отдел включает смонтированные образцы по систематике высших и низших растений, коллекции по морфологии и экологии растений, природным зонам мира. Также имеется раздаточный материал, используемый для отработки навыков по определению видов. Специализированный гербарий содержит экземпляры из особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Вятского края.

С 2010 г. совместно со студентами начата работа по созданию электронной базы данных. Она представляет собой электронную энциклопедию из сканированных образцов растений, сопровождающихся краткими описаниями географии, морфологии, экологии и практического использования видов; у редких – с указанием статуса охраны, карт с точками мест сбора по административным районам Кировской области. Рабочее поле базы данных, которая составляется и обсчитывается в программе MS Excel, представляет таблицу, в строках которой хранится таксономическая информация, а в столбцах – присвоенный номер, синонимы, а также данные с этикетки: регион и год сбора, коллектор. Параллельно с этим выявляются отсутствующие виды местной флоры и наименее задокументированные во флористическом отношении районы Кировской области.

Сканирование проводится с помощью сканера Plustek OpticPro A 320, изображение сохраняется с разрешением 600 dpi.

На 1 февраля 2017 г. база данных по научному отделу Гербария включает информацию о 16 семействах споровых сосудистых растений, 47 семействах Magnoliopsida и 24 семействах Liliopsida. Споровые сосудистые растения смонтированы на 684 листах, преобладают по числу экземпляров Equisetaceae, Dryopteridaceae, Athyriaceae, Thelypteridaceae. Число оцифрованных гербарных образцов Magnoliopsida составляет 5598. Лидируют по числу листов Asteraceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Lamiaceae. Liliopsida представлены 2232 сканированными экземплярами, среди которых преобладают по числу сборов Gramineae, Orchidaceae, Cyperaceae, Convallariaceae. В настоящее время полностью обработаны споровые сосудистые и однодольные растения. Пополнение базы данных по Magnoliopsida научного отдела происходит в ходе изучения дисциплины «Спецпрактикум» студентами направления

подготовки 06.03.01 Биология, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

Оцифровывание гербарных образцов учебного отдела Гербария проводится значительно медленнее. Специализированный гербарий по ООПТ «Медведский бор», «Пилинский лог» и «Бушковский лес» переведён в электронный вид в 2013 г. и включает 192 образца.

Любая база данных значима только при её постоянном поддержании в актуальном состоянии, поэтому в настоящее время продолжается планомерная работа по обновлению и совершенствованию.

Литература

Пересторонина О.Н., Шабалкина С.В. Роль гербарной коллекции в ботаническом образовании высшей школы // Сибирский педагогический журнал. 2013. №4. С. 160–164.

Пересторонина О.Н., Шабалкина С. В. История создания гербарной коллекции кафедры биологии ВятГГУ // Ботанические коллекции – национальное достояние России: сб. науч. ст. Всерос. (с международным участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария имени И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества. Пенза. 2015. С. 80–82.

ОБ УНИФИКАЦИИ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СОВМЕСТНЫХ ИЛИ ПУБЛИЧНЫХ ПРОЕКТАХ

О.В. Петрова^{1,2}, В.Н. Петров²

THE DATA UNIFICATION FOR JOINT OR PUBLIC PROJECTS

O.V. Petrova^{1,2}, V.N. Petrov²

¹*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Мурманская область; olechka.v.petrova@gmail.com*

²*Кольский центр охраны дикой природы, Апатиты, Мурманская область; e-mail: victor.n.petrov@gmail.com*

В настоящее время появляется все больше проектов, направленных на создание географически привязанных баз данных (БД), предоставляющих открытую информацию о биоразнообразии и возможность находить и реализовывать решения, которые будут основаны на максимально полной информации, получаемой за минимальное время. БД могут быть различного уровня: региональные, национальные, международные. Но для того чтобы формируемая БД была рабочей (происходило ее наполнение актуальными данными, представленные данные не вызывали сомнений у

профильных специалистов, у пользователей информации не возникало проблем с несовместимостью форматов), при формировании ее структуры важнейшим вопросом является унификация данных.

Под унификацией данных мы понимаем отнюдь не то, что данные должны быть представлены в едином формате с единообразной структурой. Под унификацией понимается то, что данные должны соответствовать нескольким требованиям:

- Данные должны быть документированы – необходимо точно знать источник и способ получения информации. Это не только повышает степень доверия к данным, но и дает возможность пользователям получать дополнительную информацию непосредственно у авторов.
- Документирование должно обеспечить проверяемость информации.
- Данные должны быть легко конвертируемыми, при этом формат хранения должен быть таким, чтобы при переходе в другие программы или системы количество операций по конвертации было минимальным.
- Производные данные должны содержать ссылку на первичные данные и описание действий, произведенных над первичными данными.
- Первичные данные должны быть хранимыми – т.е. при преобразовании базы данных в производную и при интеграции более мелкой базы данных в более крупную, первичная база данных не должна прекращать свое существование.

Несомненно, это не исчерпывающий перечень требований по унификации баз данных, и он требует дальнейшего расширения и уточнения. Но чем раньше исследовательское сообщество начнет договариваться о таком перечне требований, тем эффективнее будет использование открытых БД о биоразнообразии в исследовательских и практических целях.

**СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИС БД НА ПРИМЕРЕ ИСБД
«ГЕРБАРИЙ БФУ ИМ. И. КАНТА»: АКТУАЛЬНОСТЬ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Д.Е. Петренко

**CREATION OF THE REGIONAL INFORMATIONAL DATABASE ON
THE BASIS OF "THE IKBFU'S HERBARIUM" (KLGU): TOPICALITY
AND PROSPECTS**

D.E. Petrenko

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Калининградская область; e-mail: DPetrenko@kantiana.ru

Гербарий БФУ им. И. Канта, зарегистрированный в международной базе данных Index Herbariorum (присвоен акроним – KLGU), был создан в 1964 году на базе факультета естественно-исторических наук Калининградского государственного педагогического института. Научная составляющая гербарной коллекции сосудистых растений начала формироваться с конца 60-х годов XX века. Со второй половиной 90-х годов связано появление и активное пополнение гербарных коллекций мхов и лишайников (Губарева, Соколов, 1997).

Растения фондового гербария смонтированы на стандартных листах плотной бумаги, каждый экземпляр помещается в отдельную "рубашку", образцы хранятся в 28 специализированных гербарных металлических шкафах AURORA STORAGE PRODUCTS, INC. Семейства расположены по системе А.Л. Тахтаджяна, латинские названия видов и родов – по алфавиту. В будущем планируется переход на систему APG III.

Общее количество гербарных образцов гербария БФУ им. Канта составляет около 50 000 единиц. Из них большая часть (около 48 000) – фондовые образцы, и около 2500 единиц насчитывает учебный гербарий. Также в гербарии представлены образцы флоры других субъектов РФ и стран дальнего и ближнего зарубежья. Отдел лишайников насчитывает около 3500 образцов, микологический отдел – 1500, мхов – около 3500, гербарий растений Ботанического сада около 1400.

Процесс поиска нужной информации несмотря на каталогизированность гербария трудоемок, требует перебора большого количества материала, в результате чего страдает сохранность гербарных образцов. Поэтому возникла необходимость оцифровки бумажных носителей.

В 2012 году началось создание базы данных Гербария БФУ. В процессе реализации проекта встал вопрос выбора системы классификации высших растений. Было проанализировано большинство доступных ис-

точников по российским и мировым гербариям, включая такие массивы, как «Ноев ковчег» базы данных МГУ, GBIF и др. Вариант со встраиванием гербарной информации в какую-либо из существующих международных систем не рассматривался по принципиальным соображениям.

В настоящее время наиболее часто в крупнейших гербариях России и мира используют классификации цветковых растений Энглера, Кронквиста, Тахтаджяна, а также APG. По распространенности в России лидирует система классификации Энглера, за ней – Тахтаджяна, самая редко встречаемая – классификация Кронквиста. Последняя версия системы Angiosperm Phylogeny Group (APG) не представлена среди российских гербариев.

Наиболее часто используемым программным обеспечением при организации баз данных в гербариях России и мира используют программы: BRAHMS (написана на Visual FoxPro), Drupal, MySQL, Microsoft Excel и Microsoft Access. В меньшей степени для таковых целей применяют PlutoF, FileMaker 11 и Microsoft Word (Мелехин, Давыдов, 2009; Мелехин и др., 2013; Прохоров, Нестеренко, 2001).

Российские региональные базы данных по гербариям чаще всего базируются на программах: Excel, Access, Word (Прохоров, Нестеренко, 2001).

Одной из основных проблем региональных ИС и БД является разноплановость систем данных, не позволяющая объединить отдельные гербарные базы данных в единую сеть. Появление баз данных в крупнейших вузах, тенденция к сворачиванию гербариев в ряде региональных вузов и перенос их в крупные гербарии (например, МГУ), также не способствует дальнейшим исследованиям и гербаризации местных флор.

В связи с этим, было принято решение создать свое программное обеспечение, позволяющее сохранить аутентичность информации Гербария БФУ.

База данных Гербария БФУ им. И. Канта основана на платформе SQL Server 2014 Management Studio, исходные коды программного обеспечения - Microsoft Visual Studio 2015, с использованием технологии ASP.NET MVC 5. В данный момент ведется отладка системы. В будущем планируется перевод всего этикетированного гербарного материала в электронный вид со сканированием отдельных, наиболее интересных гербарных образцов в высоком разрешении.

Литература

Губарева И.Ю., Соколов А.А. Гербарий Калининградского университета // Гербар. пресс: Информ. бюл. 1997. № 2. С. 4–5.

Мелехин А.В., Давыдов Д.А. Использование системы баз данных в гербарии Полярно-альпийского ботанического сада-института // Формирование баз данных по биоразнообразию – опыт, проблемы, решения. Барнаул. 2009. С. 160–166.

Мелехин А.В., Давыдов Д.А., Шалыгин С.С., Боровичев Е.А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрокариот и лишайников CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол.. 2013. Т. 118. Вып. 6. С. 51–56.

Прохоров А.А., Нестеренко М.И. Информационно-поисковая система «Коллекционные фонды ботанических садов». // Hortus Botanicus. 2001. №1. Р. 7–85.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОСТАТИСТИКИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ АРЕАЛОВ ВИДОВ (НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РОДА *SPHAGNUM*)

С.Ю. Попов

QUANTITATIVE ESTIMATION OF THE SPECIES DISTRIBUTION RANGE BASED ON THE GEOSTATISTICAL TECHNIQUES (WITH REPRESENTATIVES OF *SPHAGNUM* MOSSES AS A CASE STUDY)

S.Yu. Popov

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва; e-mail: s_yu_popov@rambler.ru

Методы геостатистики позволяют изучать распределение объектов в пространстве и выявлять закономерности их распределения. Одним из мощных методов изучения пространственного распределения и создания непрерывных поверхностей является кригинг. Он позволяет на основе точечного слоя, содержащего данные о встречаемости вида, создавать статистические поверхности встречаемости.

На карту Восточно-Европейской равнины и восточной Фенноскандии были наложены 168 локальных бриофлор. Для шести видов сфагновых мхов – *Sphagnum palustre*, *S. centrale*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*, *S. austini*, *S. affine* – составлены непрерывные покрытия их встречаемости. Встречаемость видов определялась по 6-балльной шкале: 0 – отсутствие

вида: 1 – единично, 2 – редко, 3 – спорадически, 4 – часто, 5 – широко распространен. Для создания непрерывных покрытий по каждому виду был проведен анализ характера размещения точек методом анализа площадей полигонов Тиссена и распределения дисперсии значений между точками. Проведена декластеризация точечного слоя. После того, как все требования к входному слою точек были учтены, на основе шкалы встречаемости каждого вида по этим точкам были составлены GRID-покрытия встречаемости с разрешением 10 км в 1 пикселе. Покрытия составлялись методом ординарного кригинга со сферической вариограммой. При интерполяции методом кригинга значений порядковой шкалы (встречаемость), установленных для отдельных точек, она автоматически переводится в непрерывную числовую шкалу, значения которой присваиваются каждому пикселю. Задание параметров кригинга производилось методом исследования экспериментальных вариограмм по каждому виду. Проведена верификация непрерывных покрытий методом кросс-валидации. Переклассификация непрерывных покрытий, составленных методом кригинга, в целочисленный вид позволила определить зоны встречаемости (оптимума и пессимума) видов. Определен алгоритм создания карт ареалов видов с применением методов геостатистики.

Тенденции распространения видов сфагновых мхов, выявленные по картам, построенным с применением методов геостатистики, вполне совпадают с выявленными ранее закономерностями распространения мхов вдоль градиента влажности (а не термического градиента, как это характерно для высших растений) (Ignatov, 1993). Таким образом, составленные карты ареалов изученных видов прошли двойную верификацию – как методами геостатистики, так и методом изучения распределения видов, в зависимости от изменения климатических факторов.

Методы геостатистики можно использовать для создания мелко-масштабных карт распространения видов на независимой от других пространственных показателей основе. Для этого должен быть соблюден ряд требований. Поскольку непрерывные покрытия, создаваемые методом кригинга, в основе имеют точечный слой, этот последний должен быть составлен корректно и удовлетворять следующим требованиям:

1. Распределение точек, по возможности, не должно быть кластерным.
2. Количество точек должно быть таким, чтобы на исследуемой территории не возникало больших зон неопределенности интерполяции (зон максимальной дисперсии).

3. Выборка точек, используемая для кригинга должна выходить за границы исследуемой области во избежание ошибок экстраполяции (пограничного эффекта).

4. Точки должны иметь Z-координату показателя численности вида. При этом должны учитываться и нулевые значения (вид отсутствует).

5. Z-координата точек может быть основана на целочисленном (а не непрерывном) числовом ряду, но тогда интервал значений этого ряда должен быть достаточно большим (не менее 4–5 единиц). Интервал шкалы в 3 единицы (как было показано выше) дает неоднозначные и статистически недостоверные результаты.

Требования, предъявляемые в этом случае к самим непрерывным покрытиям:

1. Из различных методов интерполяции лучше выбирать ординарный кригинг со сферической вариограммой, поскольку этот метод рассчитан на его использование при изучении пространственного распределения независимо от измеренных данных и позволяет оценить достоверность интерполяции на статистической основе.

2. Входные параметры кригинга должны устанавливаться на основе анализа экспериментальной вариограммы.

3. Непрерывные покрытия, полученные методом кригинга, должны проходить верификацию методом кросс-валидации.

Создаваемые непрерывные покрытия с плавающей точкой в дальнейшем могут использоваться для двух целей: построения карты ареалов с зонами встречаемости и изучения распространения видов, в зависимости от пространственного распределения средовых количественных факторов методами многомерного анализа.

Помимо верификации полученных покрытий методами геостатистики, имеет смысл проверять их путем установления соответствия пространственного распределения вида распределению на той же площади того или иного климатического фактора.

Литература

Ignatov M.S. Moss diversity patterns on the territory of the former USSR // *Arctoa*. 1993. Vol. 2. P. 13–47.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕТОДОВ

И.Н. Поспелов

STUDY OF PLANT SPECIES ALTITUDINAL DISTRIBUTION USING GEOSPATIAL METHODS (IN ANABAR AND PUTORANA PLATEAUS AS AN EXAMPLE)

I.N. Pospelov

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва; ФГБУ «Заповедники Таймыра», г. Норильск, Красноярский край; e-mail: taimyr@orc.ru

Исследование высотного распределения сосудистых растений проводилось на севере Среднесибирского плоскогорья (Поспелов, Поспелова, 2016). На основе полученного опыта предложена методика таких исследований с использованием современных геопространственных методов.

Ранее применялись следующие подходы к выявлению высотного распределения растительного покрова:

– «хозяйственно-геоботанический» – геоботанические описания с особым вниманием к фоновым (имеющим хозяйственное значение) видам растений. При этом заметная часть флористического богатства поясов оказывается неучтенной, так как сосредоточена не в фоновых сообществах, или эти виды не попадают в описания.

– «флористико-геоботанический» – описания выполняются более детально, и не только в фоновых сообществах, но опять же все флористическое богатство ими не охватывается, так как выполнить описания с достаточной плотностью точек нереально.

– «флористический» – описания закладываются на заранее выделенных высотных профилях по 8 румбам экспозиций в равной повторности (не менее 5 на румб), как по междуречьям (гребням), так и по долинам водотоков. При этом для описаний выбираются экотопы с наибольшим флористическим богатством. Проводятся массивированные гербарные сборы, итоговая схема высотного распределения растений строится на основании собранной коллекции. Метод разработан В.Б. Куваевым (2006). Преимущества этого метода очевидны, но часть видов может быть пропущена.

Следует заметить, что во времена широкого применения всех этих методов многие современные материалы и методы не существовали или были недоступны. GPS-приемники стали относительно широко распространяться с 2001 г., спутниковая съемка – с 2003 г., ее первичная обра-

ботка требует определенных навыков, как и использование компьютерной техники в полевых условиях.

Наша методика работ позволяет существенно повысить как детальность анализа флор высотных поясов, так и их географическую достоверность.

На предполевом этапе работ выявляется общая схема поясности – во-первых, проводится первичное аэровизуальное обследование, во-вторых, анализируются данные спутниковой съемки Landsat, Aster и др., причем не только летние снимки, но и зимние, поскольку на них лучше видна древесная растительность и положение ее верхней границы.

Во время полевых работ выполняются ландшафтно-геоботанические описания и визуально фиксируются все обычные для района виды растений с ведением непрерывной записи GPS-трека на маршрутах и взятием координат наиболее интересных находок. По окончании маршрута полученные данные сразу, «по горячим следам» заносятся в базу данных и в таблицу высотного распределения, с указанием активности (Юрцев, 1968). Специалист, имеющий опыт работы в регионе, как правило, может достоверно определить до 70 % видов сосудистых растений без массивированной гербаризации, но для полного охвата флоры в обязательном порядке собираются растения сложных таксономических групп (роды *Draba*, *Potentilla*, *Poa*, *Elymus*, *Taraxacum* и др.). Для уточнения высотной приуроченности таксономически сложных и редких видов для всех гербарных сборов (точки которых регистрировались в поле при помощи GPS) в ГИС вычисляется абсолютная высота на основе 3D-модели местности, созданной для района. По итогам работы в районе при помощи ручного дешифрирования спутниковых снимков Landsat 8 создается комплексная ландшафтная карта в векторном формате. При помощи геопространственного анализа высотная приуроченность выделенных сообществ уточняется с использованием 3D-модели местности и выявляется вариабельность распределения этих сообществ по абсолютной высоте. Указанные сообщества являются фоновыми для выделения флор отдельных поясов.

Однако значительная часть богатства любой флоры, как правило, приурочена не к фоновым однородным экотопам со стабильным составом, а к «интрапоясным» (по аналогии с интразональными) – кустарники и луга долин, склоновые группировки петрофитов, нивальные сообщества, болота. Они встречаются на всех высотных уровнях, но различаются по флористическому составу. В этих случаях во флоры высотных поясов включались только те виды этих экотопов, которые соответствуют вертикальному положению пояса. Так, пересекающая несколько поясов долина

ручья делится на участки, по высоте соответствующие окаймляющему высотному поясу.

Литература

Куваев В.Б. Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов. М.: КМК. 2006. 568 с.

Поспелов И.Н., Поспелова Е.Б. Вертикальная поясность гор севера Анабарского плато: выделение поясов с использованием геопространственных методов и анализ их парциальных флор // Вестник Пермского университета. Биология. 2016. Вып. 2. С. 116–123.

Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята. Л.: Наука. 1968. 235 с.

АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* (НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ADONIS»)

Т.Н. Пыстина, Н.А. Семенова

ANALYSIS OF DATA ON DISTRIBUTION OF EPYPHYTIC LICHEN *LOBARIA PULMONARIA* BASED ON "ADONIS" DATABASE

T.N. Pystina, N.A. Semenova

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми; e-mail: pystina@ib.komisc.ru

С середины 1990-х гг. начато целенаправленное изучение разнообразия лишайников на территории Республики Коми и формирование коллекционных фондов. До этого времени сборы лишайников носили разрозненный характер, были выполнены в основном геоботаниками в северных районах республики и в горных тундрах Урала. В 1994 г. началось оформление старых коллекций (порядка 2000 образцов) и систематическое пополнение образцами, собранными в таежных лесах. В последние годы коллекция формировалась в основном за счет сборов, проводимых на территории ООПТ Республики Коми, а также Урале, Тимане и в Большеземельской тундре. Гербаризация лишайникового материала ведется по общепринятым международным стандартам, используется двуязычное (русский, английский) этикетирование образцов. На сегодняшний день коллекция насчитывает порядка 12,5 тыс. образцов, хранящихся в основном фонде. Общее число, с учетом неидентифицированных и неэтикетированных образцов, составляет более 22 тыс. экземпляров из различных

районов Республики Коми, Ненецкого национального округа, Архангельской, Мурманской и Кировской областей, Краснодарского края, Украины, Швейцарии, Финляндии и Швеции.

Насущной потребностью является необходимость в современных методах обработки и систематизации накопленного материала. Первой попыткой было создание в конце 1990-х гг. базы данных (БД) «LICHEN» в программе Microsoft Access, а также виртуальной фотогалереи (включает изображения более 600 образцов 250 видов) (Бончук, Пыстина, 2006). В настоящее время принято решение о размещении материала в БД «ADONIS», объединяющей основные ботанические коллекционные фонды Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO) (Техническое задание..., 2011, Тетерюк, 2013). База данных в настоящее время находится в тестовом режиме, нами начато занесение сведений о местах находок видов, их координатах и географическом положении (блок «Местонахождение») и гербарных сборах (блок «Этикетки гербария»).

В настоящее время занесены все данные этикеток образцов охраняемого на республиканском и федеральном уровнях лишайника *Lobaria pulmonaria*, которые были размещены в основном фонде гербария. Всего 90 образцов, собранных преимущественно в Республике Коми (86), а также в Ненецком округе, Архангельской области и Краснодарском крае. Из них почти 40% были собраны до 1994 г., около 80% – в центральных районах Республики Коми. Всего лишь в пяти этикетках не представлены сведения о типе растительного сообщества, где был встречен вид, у трети образцов – субстрат. Сборы были выполнены преимущественно в различных формациях лесов (83%), причем по числу собранных образцов лидируют еловые (30%) и смешанные мелколиственно-хвойные (27%) леса. Эти сведения несколько противоречат полученным нами ранее данным о ценотической приуроченности вида, а именно, преобладании встреч вида в старовозрастных осиновых древостоях (Пыстина, Семенова, 2009).

Несомненно, имеющийся в гербарии материал не дает полного представления о распространении вида и его ценотической приуроченности по нескольким причинам. Прежде всего, значительная часть образцов неоформлена. В последние годы в связи с недостатком места для размещения коллекции сбор лишайников ограничен, поэтому большая часть информации о находках содержится в полевых записях. В дальнейшем, чтобы иметь более объективную и детальную информацию, планируется внесение и этих сведений в БД.

Ведение БД «ADONIS» будет продолжено. В первую очередь, запланирована работа по внесению сведений о хранящихся в гербарии

СЫКО образцах редких видов лишайников, что станет основой при подготовке нового издания Красной книги Республики Коми.

Работа выполнена при поддержке РФФИ-Коми «Оценка состояния и динамики популяций редких видов растений, грибов и животных, занесенных в Красные книги Республики Коми и России» № 16-44-110167.

Литература

Бончук А.Н., Пыстина Т.Н. Электронный гербарий лишайников: достижения и перспективы // Естественно-научные и технико-технологические проблемы Севера: материалы I социально-экологического конгресса (Сыктывкар, 21-22 апреля 2005 г.). Сыктывкар. 2006. 14–18 с.

Пыстина Т.Н., Семенова Н.А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Бот. журн.. 2009. Т. 94, № 1. С. 48–58.

Тетерюк Л.В. Создание автоматизированной информационной системы (АИС) «ADONIS» для хранения и обработки данных о структуре и состоянии ценопопуляций редких видов растений (региональная целевая программа по развитию вычислительных, телекоммуникационных и информационных ресурсов УрО РАН, 2012 г.) // Вестник Института биологии Коми научного центра РАН. 2013. №4. С. 16.

Тетерюк Л.В., Думина Ю.И., Валуйских О.Е., Кириллова И.А. Техническое задание по созданию автоматизированной системы «Adonis» для хранения и обработки данных о структуре и состоянии ценопопуляций редких видов растений // Деп. в ВИНТИ 07.11.11 № 486-В2011.

БОТАНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ БАЗЫ ДАННЫХ МУЗЕЯ- ЗАПОВЕДНИКА «КУЛИКОВО ПОЛЕ»

И.В. Розова¹, Е.М. Волкова^{1,2}, О.В. Бурова¹

THE BOTANICAL PART OF DATABASE OF THE MUSEUM- RESERVE «KULIKOVO FIELD»

I.V. Rozova¹, E.M. Volkova^{1,2}, O.V. Burova¹

¹Государственный музей-заповедник «Куликово поле», г. Тула, Тульская область; e-mail: rozovai@yandex.ru

²Тульский государственный университет, г. Тула, Тульская область; e-mail: convallaria@mail.ru

Важными научными направлениями Государственного музея-заповедника «Куликово поле» являются биолого-географические и исто-

рико-археологические исследования, направленные на изучение и сохранение историко-культурного и природного наследия, связанного со сражением 1380 года (Концепция, 1999). В результате многолетних полевых исследований накоплен большой фактический материал в виде археологических находок, геоботанических и почвенных описаний, гербария, данных фенологических наблюдений. Созданы карты палеоландшафта, современной и палеорастительности, ценных археологических и природных объектов и др. с использованием современных и исторических картографических материалов. Необходимость структурирования имеющегося массива данных с целью дальнейшего хранения, анализа и визуализации определила задачу по разработке базы данных (БД).

Одной из приоритетных задач естественнонаучных исследований в музее-заповеднике является инвентаризация флористического и фитоценотического разнообразия. Для этого была использована программа Microsoft Access 2010, обладающая удобным интерфейсом и функциональными возможностями для обработки данных, гибкого формирования любых запросов и отчётов, а также возможности модификации.

В основе структуры ботанического раздела базы данных Куликова поля лежат сведения о систематическом положении видов, их морфологических и экологических параметрах (жизненные формы, особенности вегетативных органов, окраска цветков, период цветения, тип плодов и др.). Для каждого вида в БД предусмотрены поля для дополнительных сведений (легенды, использование в народной медицине, фотографии и др.).

В основных таблицах содержится информация о геоботанических описаниях (координаты, положение в рельефе, общее проективное покрытие травяного яруса, сомкнутость древостоя, др.) и видах растений (название, проективное покрытие, принадлежность к ярусу). БД содержит 16 таблиц, из них 13 справочных, которые предназначены для хранения часто вводимых пользователем данных. Все таблицы связаны между собой по ключевому полю. Таблицы и запросы легко экспортируются в Excel.

Фактическим материалом для формирования базы явились геоботанические описания к.б.н. Е.О. Головиной (БИН РАН) (Головина, 2012, 2013, 2014, 2015), гербарий Куликова поля, данные собственных полевых материалов и др. (Красная книга, 2000; Красная книга, 2010). Для визуализации и пространственного анализа информации, хранения имеющихся карт (природных и исторических) и для составления новых была создана геоинформационная система Куликова поля с использованием программного обеспечения фирмы ESRI: ArcGIS 10.3 for Desktop Advanced с модулями Spatial Analyst и 3D Analyst.

Основное преимущество совместного использования баз данных и ГИС состоит в возможности визуализации практически любого запроса из базы данных (например, отобразить на карте информацию по распространению отдельных видов растений, видов с определенным проективным покрытием, выявить особенности распространения вида растения с заданными морфологическими свойствами от его положения в рельефе и т.п.).

Первые результаты работы с базами данных и ГИС музея-заповедника нашли применение в практике работ по восстановлению природно-исторического ландшафта. Эти данные были использованы в разработке рекомендаций по охране отдельных редких видов растений и др.

Литература

Головина Е.О. Данные картирования растительности территории Достопримечательного места "Поле Куликовской битвы" в 2012, в 2013, в 2014, в 2015 г.г. С.-Пб.. 2012, 2013, 2014, 2015 (Отчеты).

Красная книга Российской Федерации. М.: Астрель, АСТ. 2000. 864с.

Красная книга Тульской области: растения и грибы: официальное издание // Под ред. А.В. Щербакова. Тула: Гриф и К. 2010. 393с.

Музей-заповедник "Куликово поле": концепция развития. Тула. 1999. 151с.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННОЙ СПРАВОЧНО- ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЕНДРАРИЯ НА ПРИМЕРЕ ГБС РАН

**С.Л. Рысин¹, Н.А. Трусов¹, А.В. Кобяков², А.А. Дулина²,
В.А. Гагарин¹, В.А. Кутилин¹**

EXPERIENCE OF CREATION OF MODERN INFORMATION SYSTEM OF ARBORETUM (ON EXAMPLE OF THE N.V. TSYTSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF RAS)

**S.L. Rysin¹, N.A. Trusov¹, A.V. Kobayakov², A.A. Dulina²,
V.A. Gagarin¹, V.A. Kutilin¹**

¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва; e-mail: ser-rysin@yandex.ru

²Мытищинский филиал МГУ им. Н.Э. Баумана (МГУЛ), г. Москва; e-mail: kobayakov@lesburo.ru

В настоящее время ботанические сады и арборетумы разных регионов мира широко используют в своей работе геоинформационные системы (ГИС). Благодаря применению ГИС-технологий перед сотрудниками

ботанических учреждений открываются широкие возможности по оперативному вводу, редактированию, поиску и анализу разнообразной информации. Использование ГИС значительно сокращает расходы, вызванные дублированием и потерей данных; при их внедрении увеличивается скорость и повышается эффективность научно-исследовательских и проектных работ. В нашей стране использование ГИС научными и образовательными учреждениями, располагающими ботаническими коллекциями, находится лишь на начальном этапе.

Нами проводятся поисковые исследования, направленные на разработку ГИС Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН). ГИС построена на базе продуктов компании NextGIS; она включает в себя программное обеспечение для PC (десктоп-приложение) NextGIS QGIS, мобильное приложение NextGISMobile и серверную часть, расположенную на NextGIS.com. Для проведения инвентаризации коллекции растений была создана реляционная база данных, включающая более 30 полей разных типов, каждое из которых имеет уникальный справочник. ГИС позволяет собирать, хранить и анализировать информацию обо всех геопространственных объектах на территории ГБС РАН (коллекции растений, малые архитектурные формы, дорожно-транспортная сеть, границы хозяйственных зон и др.). Система построена по модульному принципу; это делает возможным устанавливать различные уровни доступа для представителей администрации Сада, а также сотрудников разных научных отделов и хозяйственных подразделений. Вся верифицированная и одобренная для открытого доступа информация размещается на серверной части ГИС, что позволяет внешним пользователям дистанционно получать информацию о коллекционных растениях.

Еще одно направление исследований – создание пробной версии «электронного гида» для посетителей Сада. Для размещения материалов в сети Интернет был выбран сервис *izi.travel*; в качестве методической основы использован путеводитель по дендрологической коллекции ГБС РАН (Дендрарий..., 2006). На первом этапе проработан так называемый «Зимний маршрут», проходящий, главным образом, по экспозициям хвойных растений. На всем протяжении экскурсионного маршрута были подобраны точки, с которых открываются наиболее эффектные виды на экспозиционные растения. Для фиксации видовых точек на местности предложено использовать таблички с информацией о маршруте и QR-кодом, содержащим ссылку на соответствующую веб-страницу, где размещены фотография открывающегося вида дендрария, текстовое описание экспозиции, а также виртуальная кнопка для воспроизведения аудио-файла, дублирующего текст.

Аналогичный подход предложен и для маркировки коллекционных растений в дендрарии. В непосредственной близости от экспонируемых растений будут установлены таблички, содержащие русское и латинское название таксона, QR-код с адресом веб-страницы, на которой размещены фотография растения, его ботаническое описание, а также информация об экологических особенностях и ресурсном потенциале таксона.

После завершения разработки комплекса информационных материалов посетители ГБС РАН смогут круглогодично совершать прогулки по дендрарию (в том числе и виртуальные), во время которых они осмотрят наиболее интересные экспозиции и, при желании, получают более подробную информацию о растениях, представленных в коллекции. Результаты проделанной работы свидетельствуют о перспективности дальнейшего развития системы информационного обеспечения, а также включения в неё новых компонентов.

Литература

Дендрарий Главного ботанического сада: путеводитель по экспозициям древесных растений / Отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2006. 135 с.

СОЗДАНИЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЫ СТЕПНОГО УЧАСТКА ПО ФЛОРИСТИЧЕСКИМ ОПИСАНИЯМ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА «ЯМСКАЯ СТЕПЬ», БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ.)

Е.Г. Суслова¹, Н.А. Алексеенко¹, А.С. Шаповалов²

CREATION OF THE GEOBOTANICAL MAP OF THE STEPPE STAND USING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND FLORISTIC DESCRIPTIONS (BY THE EXAMPLE OF "THE YAMSKY STEPPE", BELGOROD PROVINCE)

E.G. Suslova¹, N.A. Alexeenko¹, A.S. Shapovalov²

¹Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, г. Москва; e-mail: valtu@mail.ru

²«Белогорье», пос. Борисовка, Белгородская обл.; e-mail: gpz_belogorye@mail.ru

«Ямская степь» – единственный в мире крупный (566 га) плакорный массив типичной зональной целинной ковыльно-луговоразнотравной степи на мощных типичных черноземах.

Основная задача исследования – разработка методики создания геоботанической карты степного участка на основе флористических описаний, данных зондирования земли сверхвысокого пространственного разрешения с использованием геоинформационных технологий.

В 2001–2003 гг. сотрудниками БИН РАН Б.Н. Ганнибалом и Н.М. Калиберновой было выполнено описание степной растительности по методике Ю.Н. Нешатаева (вся территория разделяется на квадраты со стороной 100 м, в каждом «узле» сетки проводится подробное геоботаническое описание пробных площадок 10x10 м и в их пределах 10 квадратов по 0,25 м²). Эти описания послужили основным источником для проведения настоящего исследования. В программном пакете ArcGIS данные геоботанических описаний были сведены в атрибутивную таблицу, выполнены на их привязка к географическим координатам.

Создание геоботанической карты на степную территорию по описаниям, сделанным по регулярной сетке, затруднительно в силу нескольких причин:

1. Флористические описания малопригодны для создания синтетической карты растительности;
 2. Подходы к выделению растительных сообществ и методы картографической интерпретации полученных данных сильно различаются;
 3. Внешний облик степной растительности очень изменчив в течение всего периода вегетации, что осложняет проведение границ выделов;
- Для исследуемого участка можно выделить еще ряд трудностей:
4. Контурная часть растительного покрова не только очень дробна, но, в связи с регулярным кошением на большей части территории, практически не различима, при этом доминирующие, широко распространенные виды часто маскируют границы между сообществами;
 5. Площадь участка слишком мала для выделения существенных геоботанических отличий.

Предлагаемая методика требует на первом этапе рассмотреть: встречаемость отдельных видов и их обилие, видовую насыщенность по группам: злаков, осок, бобовых и разнотравья, общую видовую насыщенность, проективное покрытие, распространение древесной и кустарниковой растительности.

Для изучения встречаемости отдельных видов и их обилия на каждой площадке из списка всех видов высших растений, которые встречаются в Ямской степи, были выделены основные (68 видов). Среди деревьев и кустарников были проанализированы 3 типичных степных и 6 типичных лесных видов. Злаки и осоки, отобранные для картографического анализа, представлены степными (13), луговыми (6), сорно-луговыми (1) и

лугово-болотными (5) видами. Также разнообразно представлено разнотравье: типичные степные (16), сорно-луговые и сорно-лесные (9), лесные (3), влажно-луговые (2) виды. Только степные (4) виды были проанализированы в группе бобовых.

Для каждого вида были рассмотрены характеристика его местообитания и обилие. С этой целью на 68 видов составлялись картографические схемы, где точкой показано наличие вида на площадке геоботанического описания, а размером точки – его обилие.

Для последующего анализа по данным съемки рельефа ГНСС-приемником GB-500 создана цифровая модель рельефа Ямской степи. Точность измерений: в плане – 10 мм + 1.0 мм/км, по высоте – 15 мм + 1.0 мм/км. По цифровой модели получены производные карты высотных уровней, крутизны и экспозиции склонов.

Далее был проведен анализ распространения видов (с учетом дополнительных материалов), наиболее характерных для основных 4 групп (типичные степные, луговые и лугово-степные, сорно-луговые и сорно-лесные, лесные).

Затем изучалась видовая насыщенность. Максимальное количество отмеченных на пробной площадке видов растений – 87, минимальное – 20. На основе имеющихся данных выполнялась интерполяция значений различными методами, наиболее достоверно отражающим реальную ситуацию был признан метод Spline. Результатом стала карта видовой насыщенности участка «Ямская степь».

После этого видовая насыщенность рассматривалась отдельно для групп растений – злаки и осоки, бобовые, разнотравье. По всем картам были сделаны выводы, проведен сопряженный анализ для выводов.

На основе созданных картографических материалов, знания территории и закономерностей сочетания видов в сообществе была составлена легенда карты, в которой выделены 15 групп растительных сообществ (классы или группы формаций).

Следующим шагом стал процесс составления карты – выделение ареалов растительных сообществ по сопряженному анализу всех имеющихся материалов и экспертной оценке авторов. Контура лесной растительности были выделены на основе дешифрирования космического снимка, а также в результате анализа распространения видов разнотравья, деревьев и кустарников.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *NEPHROMOPSIS LAURERI* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Г.М. Тагирджанова, А.В. Дёмина

MODELING OF DISTRIBUTION OF *NEPHROMOPSIS LAURERI* USING BIOCLIMATIC DATA

G.M. Tagirdzhanova, A.V. Dyomina

Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра ботаники, г. Санкт-Петербург; e-mail: gultagr@gmail.com

Географическое распространение видов зависит от большого числа факторов среды. Анализ этих параметров позволяет не только выявить наиболее существенные для данного вида переменные, но и, при наличии дополнительных данных, предсказать ареал вида. Модель пространственного распространения вида строится путем проекции предсказаний экологической модели, построенной для известных местонахождений и точек ложного отсутствия, на географическое пространство. Одним из основных инструментов моделирования является использование биоклиматических данных. База данных WorldClim включает в себя, помимо базовых переменных (минимальная, средняя и максимальная температуры, осадки), 19 производных биоклиматических характеристик, отражающих годовые тренды температуры и осадков, сезонность и лимитирующие факторы. Каждый параметр представлен в виде растра, покрывающего всю поверхность суши.

Nephromopsis laureri (Kremp.) Kurok. – эпифитный лишайник, встречающийся в Сибири, Приморье, на Северо-Западе европейской части России, Урале, а также в Альпах, Юго-Восточной Азии, Тибете и в северной части Южной Америки. *N. laureri* приурочен к малонарушенным лесам, его субстратные предпочтения различаются в разных регионах.

Для моделирования распространения *Nephromopsis laureri* мы использовали данные из Global Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org) и из ряда публикаций (Randlane et al., 2001; Stepanchikova et al., 2009, 2013 и др.). Для анализа мы использовали 19 биоклиматических переменных. Растры с разрешением 5' были взяты из базы данных WorldClim (www.worldclim.com). Точки присутствия были прорежены до разрешения растра. Всего в анализ было включено 73 точки.

Мы построили две модели: с использованием biomod2 (Thuiller et al., 2013) и MaxEnt (Elith et al., 2011). Для первой модели были использованы три техники: обобщенные линейные модели (GLM), обобщенные

усиленные регрессионные модели (GBM) и модели random forest (RF). Тысяча точек ложного отсутствия были отобраны случайным образом, каждая техника была повторена пять раз. Данные были разделены на тренировочную и тестовые части в соотношении 70 к 30. Для оценки точности моделей мы использовали параметр ROC (Relative Operating Characteristic, площадь под ROC-кривой), модели с $ROC > 0.7$ были включены в финальную модель, ее ROC составил 0.997. Эту модель мы построили в R с использованием пакета biomod2. Вторая модель была построена методом максимальной энтропии в программе MaxEnt с тем же количеством точек ложного отсутствия и размером тестового датасета, ее ROC составил 0.965. Для каждой модели подготовлен растр, отражающий проекцию предсказаний модели на географическое пространство. Данные были подготовлены в ArcMap (Esri).

Точность моделей подтверждается высокими значениями ROC. Наиболее существенными для моделирования пространственного распространения *N. laureri* оказались такие параметры, как среднегодовая температура, температура и количество осадков в наиболее влажный квартал и температура в наиболее сухой квартал года. Предсказания двух моделей распространения *N. laureri* сходны. Наиболее подходящие климатические условия характерны для горных районов, в том числе для Кавказа. Интересно отметить, что, хотя *N. laureri* известен с Кавказа, мы не включили эти естонахождения в анализ из-за отсутствия координат местонахождений в доступной литературе.

Многие виды лишайников, в первую очередь, специфичные для малонарушенных сообществ, строго приурочены к определенным климатическим условиям. Использование биоклиматических данных позволяет сравнительно точно выявить территории, климат которых подходит для изучаемого вида. В то же время, следует отличать потенциальный ареал вида от актуального: не все территории, климатически пригодные для вида, могут быть им заселены. Однако моделирование распространения может быть полезно для понимания экологических особенностей и предсказания новых местонахождений вида.

Литература

Elith J., Phillips S.J., Hastie T., Dudík M., Chee Y.E., Yates C.J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // Diversity and distributions. 2011. Vol. 17 (1). P. 43–57.

Randlane T., Saag A., Obermayer W. Cetrarioid lichens containing usnic acid from the Tibetan area // Mycotaxon. 2001. Vol. 80. P. 389–426.

Thuiller W., Georges D., Engler R. biomod2: Ensemble platform for species distribution modeling. R package version 2.1.7/r560. 2013. Available at <http://CRAN.R-project.org/package=biomod2>.

Stepanchikova I. S., Kuznetsova E. S., Himelbrant D. E. New records of lichens and allied fungi from the Eastern Leningrad Region // *Folia Cryptogamica Estonica*. 2009. Vol. 46. P. 75–78.

Stepanchikova I.S., Gagarina L.V., Kataeva O.A. New and rare lichens and allied fungi from the Novgorod Region, Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*. 2013. Vol. 50. P. 49–55.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ КАТАЛОГ И БД ГЕРБАРИЯ
ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН (SYKO)**

**Л.В. Тетерюк, И.Ф. Чадин, Е.В. Федорова, Е.Г. Мади,
А.Н. Кирпичев, Н.А. Оплеснина**

**ELECTRONIC CATALOG AND DATABASE OF HERBARIUM
OF THE INSTITUTE OF BIOLOGY KOMI SC UB RAS (SYKO)**

**L.V. Teteryuk, I.F. Chadin, E.V. Fedorova, E.G. Madi,
A.N. Kirpichev, N.A. Opleznina**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми; e-mail: teteryuk@ib.komisc.ru

Гербарная коллекция сосудистых растений Института биологии Коми НЦ УрО РАН содержит около 220000 образцов, собранных за 75-летний период деятельности учреждения. На сегодняшний день это крупнейшая гербарная коллекция на Европейском Северо-Востоке России, которая входит в число важнейших отечественных гербариев и имеет международный акроним SYKO. Она документирует флору территории Республики Коми, Архангельской области, Ненецкого автономного округа, общей площадью свыше 1 млн. квадратных километров. На основе этой коллекции были обобщены сведения по флоре и опубликованы определители растений территории (Флора европейского северо-востока СССР, 1974–1977), осуществлена подготовка Красной книги Республики Коми (1998, 2009). Данные о распространении видов учитываются при подготовке международного многотомного издания «Atlas Flora Europa». К коллекции постоянно проявляют большой интерес сотрудники академических учреждений и ВУЗов России. Каталог коллекции в настоящее время представляет собой набор дубликатов этикеток гербарных образцов на бумажных носителях. Отсутствие автоматизированной системы, позво-

ляющей хранить, систематизировать и обрабатывать данные гербарной коллекции значительно затрудняет работу по инвентаризации коллекции, учету новых поступлений, не позволяет интенсифицировать ботанические исследования и вывести их на более высокий уровень.

При поддержке Региональной целевой программы развития вычислительных, телекоммуникационных и информационных ресурсов УрО РАН в 2012–2013 годах была создана АИС «Adonis». На базе этой автоматизированной информационной системы (на основе модуля «Гербарная этикетка») в 2014–2016 гг. были созданы база данных коллекции сосудистых растений и электронный каталог Гербария Института биологии Коми НЦ Уро РАН (SYKO). Целью работ было создание эффективного средства хранения и управления данными по гербарной коллекции, поиск с переменным количеством параметров, просмотр данных и вывод на печать; контроль целостности БД, возможность резервного копирования и восстановления. Основные функции: формирование и печать гербарных этикеток; ведение реестра гербарных образцов коллекции; возможность поиска и фильтрации данных справочников (инвентарный номер, таксономическая принадлежность и пр.); создание виртуальных экспозиций; разграничение прав доступа по группам для защиты данных от несанкционированного использования и модификации.

При реализации проекта использовано свободное программное обеспечение: язык python, фреймворк Django с многочисленными классами и модулями, API Яндекса, библиотеки JQuery, tablesorter, bootstrap и др., СУБД MySQL и PostgreSQL, web-сервер Apache, операционная система OpenSuSe. Привязка местонахождения гербарного образца осуществляется через ввод координат и с использованием модуля Яндекс.Карты (данные о координатах хранятся в БД проекта). Предусмотрена возможность прикрепления к гербарной этикетке нескольких изображений.

На сегодняшний день автоматизирован учет поступления новых сборов, а также в базу внесены данные о 17000 гербарных образцов (отделы Lycopodiophyta, Pteridophyta, Equisetophyta, Pinophyta, редкие охраняемые виды сосудистых растений территории республики).

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Структурно-функциональная организация растительных сообществ, разнообразие флоры, лишено- и микобиоты южной части национального парка «Югыдва», № гос. регистрации АААА-А16-116021010241-9.

Литература

Тетерюк Л.В., Думина Ю.И., Валуйских О.Е., Кириллова И.А. Техническое задание по созданию автоматизированной системы «Adonis» для хранения и обработки данных о структуре и состоянии ценопопуляций редких видов растений // Деп. в ВИНТИ 07.11.11 № 486-B2011.

**СОЗДАНИЕ ГИС В ЦЕЛЯХ РЕСУРСОВЕДЕНИЯ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОФОТОСНИМКОВ С БПЛА
Н.Б. Фадеев¹, Т.Н. Скрыпицына², В.М. Курков², Е.О. Замятина²**

**CREATION OF GIS FOR RESOURCE STUDIES OF
MEDICINAL PLANTS ON THE BASIS OF INTERPRETATION OF
AERIAL IMAGES FROM UAVS**

N.B. Fadeev¹, T.N. Skrypitsyna², V.M. Kurkov², E.O. Zamyatina²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва; e-mail: nfadeev@mail.ru

²Московский институт геодезии и картографии (МИИГАуК), г. Москва; e-mail: Mola_Mola@rambler.ru, vkurkov@inbox.ru., katya.zamyatina@gmail.com

Значительное усиление антропогенного воздействия на природные сообщества создает угрозу для сохранности природных экосистем и требует создания адекватных методов наблюдения и контроля в целях устойчивого природопользования. В частности, увеличивается мировой спрос на сырье дикорастущих лекарственных растений, что требует создания системы мониторинга их природных запасов.

Цель работы – изучить техническую возможность создания фотопланов растительных сообществ, определить наиболее оптимальные условия для получения лучших характеристик аэрофотоснимков и разработать методику картографирования, учета и мониторинга запасов лекарственных растений с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ), цифровых фотограмметрических систем и ГИС (Фадеев и др., 2016). Большое видовое разнообразие лекарственных растений требует создания гибкой информационной системы, обеспечивающей дешифрирование, картографирование и учет запасов их основных групп. Предлагаемая методика позволяет создавать геоботаническую карту, где в качестве картографической основы используются точные цифровые фотопланы, которые дают возможность выполнять камеральное дешифрирование растительных сообществ. Данная методика способствует установлению лучших форм и популяций лекарственных растений в природных

местообитаниях с целью устойчивого развития ресурсной базы традиционных и новых фитопрепаратов.

Испытания аэрофототехники, БПЛА и биометрические исследования растений проводились на Заокском полигоне в Тульской области в 2014–2016 годах. Изучалось качество аэрофотоснимков, точность пространственной привязки к местности, точность обработки биометрических данных растительных сообществ и возможность интеграции полученных данных в комплексные ГИС. На изучаемом участке был обнаружен ряд лекарственных растений: *Archangelica officinalis* Hoffm., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Galium verum* L., *Urtica dioica* L., оценены их площади и биопродуктивность.

Серия аэросъемок с различных БПЛА ("Геоскан 101", "Орлан 10", "Орлан 1", "Птеро СМ", "LQ 7") выполнена на высотах 250–1000 м. В результате проведенных полевых и камеральных исследований получены данные по аэрофотосъемке растительных сообществ с использованием новых БПЛА (в том числе, с применением квадрокоптера), пространственные данные о запасах лекарственных растений с учетом рельефа. Обработка аэрофотосъемочных материалов методом фотограмметрии выполнена в ЦФС PhotoScan ("Agisoft") и PHOTOMOD ("Ракурс").

Верификация точности данной методики проведена методом геоботанических исследований. В результате работы создана ГИС (MapInfoProfessional 12.0) по лекарственным растениям на территории Заокского полигона. Аэрофотосъемка с БПЛА обладает преимуществами для картирования ключевых участков – это мобильность системы, возможность съемки с разрешением 2–10 см, с высоким фотографическим качеством, что определяет хорошие дешифровочные свойства аэрофотоснимков (Скользнева и др., 2016). Показана возможность оценки динамики изменения площадей растительных сообществ (по данным трёхлетнего мониторинга).

Наличие геопривязанных данных и высокоточной цифровой карты рельефа местности позволяет проводить поиск и дешифрирование снимков с учетом экологических особенностей каждого вида растений, что повышает точность и ускоряет ресурсные исследования. Предлагаемая методика представляет интерес для биогеографов, ботаников-ресурсоведов, почвоведов так как она может помочь оптимизировать многие виды работ, в частности, процесс учета запасов, производить их оперативный мониторинг, а также облегчить поиск лекарственных растений на обширных территориях и в труднодоступных местах.

Литература

Скользневa Л.Н., Агафонов В.А., Кирик А.И., Негрoбов В.В., Фaдеев Н.Б. Лекарственные растения: классификация, оценка ресурсов, охрана и рациональное использование. Воронеж: Издательский дом ВГУ. 2016. 122 с.

Фадеев Н.Б., Скрыпицына Т.Н., Курков В.М. Современные геоинформационные технологии в ресурсоведении лекарственных растений // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. № 6. С. 68–72.

ОБЛАЧНАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Р.К. Фёдоров¹, А.В. Верхозина², И.В. Бычков¹, Г.М. Ружников¹,
А.С. Шумилов¹

CLOUD ENVIRONMENT FOR SCIENTIFIC RESEARCHES
R. Fedorov¹, A. Verhozina², I. Bychkov¹, G. Ruzhnikov¹,
A. Shumilov¹

¹Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск, Иркутская область; e-mail: idstu@icc.ru

²Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Иркутская область; e-mail: allaverh@list.ru

Увеличение скорости передачи данных сети Интернет, развитие современных информационных технологий, в том числе, стандартов позволяет организовать интеграцию специалистов различных предметных областей на новом уровне — взаимодействие с помощью сервисов обработки данных, что позволяет упростить и ускорить информационный обмен в научных исследованиях. Активно развивается взаимодействие между пакетами программ через Интернет, с использованием стандартов Open Geospatial Consortium (OGC) <http://www.opengeospatial.org/>. Одним из перспективных стандартов OGC является Web Processing Service (WPS), <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>, который унифицирует использование через Интернет сервисов обработки пространственных данных. На основе этого стандарта активно разрабатываются сервисы, реализующие обработку растровых и векторных данных, геомоделирование, методы статистики и т.д.

Развитие сервисов формирует к системам подготовки данных следующие требования:

- организация многопользовательской работы в сети Интернет;

- упрощение обмена данными и применение методов анализа данных;
- обеспечение доступа к данным, регламентированного стандартами.

Отмеченные требования обосновывают актуальность создания распределенной вычислительной среды, которая могла бы обеспечить интеграцию данных и сервисов для научных исследований, а также как создание и хранение пользовательских данных, так и выполнения WPS-сервисов над этими данными.

Для формирования распределенной вычислительной среды разработан типовой геопортал, который обеспечивает:

- ввод и редактирование реляционных данных, в том числе пространственных, с любого компьютера, подключенного к сети Интернет с предоставлением удобного, интуитивно понятного пользовательского интерфейса с отображением данных в виде карт, таблиц;

- вывод данных в виде таблиц, карт, файлов в обменных форматах и форм печати, где пользователь может определить собственные шаблоны форм ввода данных и печати;

- одновременную и регламентированную работу множества пользователей с обеспечением разграничения интеллектуальной собственности;

- проведение анализа данных с применением сервисов, поддерживающих стандарт WPS, и единой системы базовых пространственных данных (БПД) и разного рода тематических карт, что поможет анализу зависимости распространения видов (групп видов) от различных факторов – почвы, ландшафты, антропогенная нагрузка и т.д.;

- импорт данных из различных форматов: Excel, DBF, Access, CSV и т.д. Система частично позволяет проводить приведение данных под реляционную структуру таблицы.

На основе облачной инфраструктуры ИДСТУ СО РАН развертывание нового геопортала производится за короткое время и включает следующие этапы:

- копирование типового геопортала на узел облачной сети;
- присвоение доменного имени;
- модификация дизайна геопортала;
- определение структуры данных и списка пользователей.

Основным способом обработки и анализа данных в облачной среде является применение сервисов, поддерживающих стандарт WPS. Использование этого стандарта позволяет использовать сервисы, находящиеся на

любом сервере сети Интернет. Геопортал обеспечивает передачу данных сервисам и получение результатов. В рамках среды на основе стандарта WPS разработаны нижеследующие сервисы анализа данных.

Сервис расчета плотности точечных объектов в ячейках регулярной сетки. На входе сервиса – слой векторных объектов. На выходе – количество объектов, находящихся в ячейках регулярной сетки, в формате GeoTIFF. Пользователь может задать размер ячейки и область обработки. Сервис производит подсчет количество объектов в ячейках, а если задан атрибут семантики слоя входных данных, то производится суммирование значения семантики по этому атрибуту. Данный сервис используется для расчета выбросов от точечных объектов, например, частных домов, или подсчет плотности жителей.

Сервис расчета плотности линейных объектов в ячейках регулярной сетки. На входе сервиса – слой векторных объектов. На выходе – общая длина участков линейных объектов, находящихся в ячейках регулярной сетки, в формате GeoTIFF. Пользователь может задать размер ячейки и область обработки. Сервис для каждого линейного объекта производит трассировку и суммирование длин участков линейных объектов в ячейках, а если задан атрибут семантики слоя входных данных, то производится умножения длины участка объекта на значение атрибута, а затем общее суммирование. Данный сервис используется для расчета выбросов дорожной сети. В качестве значения атрибута может количество выбросов на единицу длины дороги.

Сервис интерполяции точечных данных на ячейки регулярной сетки методом естественных соседей. На входе сервиса – слой точечных векторных объектов. На выходе – интерполируемые значения в ячейках регулярной сетки, в формате GeoTIFF. Пользователь может задать размер ячейки и область обработки. Сервис использует OpenSource библиотеку CGAL.

Сервис для построения карт транспортной доступности. Предполагается, что вначале движение производится автомобильным транспортом по дорожной сети, а затем (если необходимо) – пешком. На вход сервиса передаются следующие данные: границы муниципальных образований в виде полигонов, сеть автодорог в виде набора полилиний, экстенд создаваемой карты и размер ячейки. На выходе сервиса получаем регулярную сетку в формате GeoTIFF, где в каждой ячейке вычислено время движения в эту точку от ближайшего по времени муниципального образования.

Сервис классификации пространственных данных методом опорных векторов. Метод опорных векторов относится к методам клас-

сификации с учителем. Обучение осуществляется с помощью набора прецедентов – точечных объектов с указанием класса объекта. В результате обучения создается файл модели классификации, с помощью которого производится классификация остальной территории.

Формирование облачной среды еще не закончено. Ведется работа по расширению набора сервисов, доработке модулей ввода и редактирования данных, производится наполнение базовыми пространственными данными, тематическими картами и т.д. На текущий момент созданы геопорталы для ведения базы данных гербария (СИФИБР СО РАН), оценки активности и прогнозирования распространения иксодовых клещей в Иркутской области (НЦ ПЗСРЧ СО РАМН), формирования атласа Байкальской природной территории (ИГ СО РАН) и т.д.

Работа выполнена в рамках Интеграционной программы ИИЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

Литература

Geospatial and location standards // Open Geospatial Consortium [site].
URL: <http://www.opengeospatial.org/> (04.02.2017).

OpenGIS Web Processing Service (WPS) Implementation Specification, v1.0.0. Release date: June 08, 2007. – URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wps> (04.02.2017).

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РАСПРОСТРАНЕНИЕ
ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ»: ОПЫТ СБОРА ДАННЫХ О
РАСПРОСТРАНЕНИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО
(*HERACLEUM SOSNOWSKYI*) И ИХ ПУБЛИКАЦИИ В GBIF**

**И.Ф. Чадин, И.В. Далькэ, И.Г. Захожий, Р.В. Малышева, Е.Г. Мади,
О.А. Кузиванова, Д.В. Кириллов, В.В. Елсаков**

**DATABASE “OCCURRENCES OF INVASION PLANT SPECIES”:
THE INVASIVE PLANT *HERACLEUM SOSNOWSKYI*
OCCURRENCES DATA COLLECTION AND IT’S PUBLISHING IN
GBIF**

**I.F. Chadin, I.V. Dalke, I.G. Zakhzhiziy, R.V. Malyshev, E.G. Madi, O.A.
Kuzivanova, D.V. Kirillov, V.V. Elsakov**

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Республика Коми; e-mail: chadin@ib.komisc.ru

Сведения о распространении инвазивных видов растений необходимы для разработки планов по уничтожению их нежелательных зарослей и представляют интерес для решения фундаментальных вопросов биологии инвазий. В 2014 г. нами была разработана открытая информационная система «Распространение инвазивных видов растений» (ИС РИВР) (<http://ib.komisc.ru/add/rivr>) (Далькэ и др., 2014). ИС РИВР создавалась для сбора и визуализации сведений о местах произрастания инвазивного вида борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) максимально широкого круга сборщиков данных и является попыткой реализации принципов гражданской науки (англ. citizen science). Доступ к вводу данных может получить любой желающий, после простой регистрации на веб сайте. Обязательным для сохранения информации о местообитании установлен минимальный набор сведений: дата наблюдения и географические координаты места наблюдения. Кроме этого, для каждого местообитания могут быть приведены: фотографии, текстовое описание, перечень возрастных состояний растений, проективное покрытие. Данные могут вводиться вручную, по одной точке или путем массовой загрузки файлов в формате «JPEG», хранящих географическую привязку в EXIF метаданных. Кроме того, географическое положение местообитаний может быть введено в систему в виде географически привязанных полигонов. ИС РИВР реализована с применением программного интерфейса Яндекс.Карты. Веб-интерфейс реализован с помощью PHP и JavaScript. В качестве хранилища данных используется база данных под управлением СУБД MySQL.

На 14.02.2017 в ИС РИВР хранится 11138 географических точек, указывающих на местообитания *H. sosnowskyi*, из них 10894 введены в систему авторами доклада и были опубликованы на сайте GBIF (<http://www.gbif.org/dataset/09efcc43-c674-4a70-b326-cd83f7463d1d>) и на сайте ИБ Коми НЦ УрО РАН (<http://ib.komisc.ru:8088/ipt>), посредством программного обеспечения Integrated Publishing Toolkit (IPT). При подготовке данных к публикации были проведены процедуры верификации данных на предмет грубых ошибок в географической привязке, удалены дублирующиеся записи, добавлены поля для более полного соответствия требованиям стандарта Darwin Core. Подготовка данных к публикации потребовала заметных временных расходов, однако полностью себя оправдала. Приведение данных в соответствие со стандартом Darwin Core, их верификация и подробное описание метаданных значительно облегчают дальнейший анализ данных не только сторонним пользователям, но, прежде всего, самим авторам набора данных.

Опубликованные данные были использованы для моделирования распространения борщевика. Показана статистически значимая взаимосвязь распространения *H. sosnowskyi* и следующих предикторов: растительный покров по результатам классификации спутниковых снимков, расстояние до ближайшей автомобильной дороги, расстояние до границ сельскохозяйственных угодий; средний размах дневной температуры; изменчивость среднемесячной температуры, максимальная температура самого теплого месяца, минимальная температура самого холодного месяца, амплитуда годовой температуры, средняя температура самого теплого квартала, годовое количество осадков, количество осадков за самый сухой квартал. Получены значения биоклиматических переменных, определяющие границы распространения *H. sosnowskyi*. Для территории, охватывающей южные границы Республики Коми и побережье Северного Ледовитого океана в секторе восточных и западных границ Республики Коми определена теоретическая граница распространения *H. sosnowskyi* – 67.2 с.ш., на территории, прилегающей к долине р. Печора. В ходе натуральных наблюдений подтверждена возможность произрастания данного инвазивного вида на 66 ° с.ш. (г. Инта, Республика Коми). В подзоне северной лесотундры на границе вторичного ареала растения борщевика формируют моновидовые заросли и сохраняют высокую семенную продуктивность (до 12 тыс. штук семян на одно растение).

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-44-110694 р_а «Эколого-физиологическое моделирование географических пределов распространения инвазивных видов растений на примере борщевика Сосновского в таежной зоне европейской части России» выполняемый на основе заключенного Соглашения между Правительством Республики Коми и Российским фондом фундаментальных исследований на 2013 - 2017 годы.

Литература

Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Мади Е.Г., Захожий И.Г. Сбор и отображение данных о распространении инвазивных видов растений на базе программного интерфейса (API) Сервиса Яндекс.Карты // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем»: Матер. XII Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Книга 2 (г. Киров, 2-3 декабря 2014 г.). Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ». 2014. С. 98–101.

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Т.В. Черненко¹, М.Ю. Пузаченко²

THE CAPABILITIES AND LIMITATIONS OF MODERN TECHNOLOGIES OF ANALYSIS AND SPATIAL REFLECTION OF FOREST BIODIVERSITY

T.V. Chernenkova¹, M.Yu. Puzachenko²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва; e-mail: chernenkova50@mail.ru

²Институт географии РАН, г. Москва; e-mail: puzak@bk.ru

В настоящее время с помощью новых методов в цифровом картографировании стало возможным оптимизировать технологию сбора и анализа информации о состоянии и динамике растительного/лесного покрова и его компонентов. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) все шире применяются в отечественной и мировой практике для оценки структуры и свойств растительности. Одним из главных преимуществ использования спутниковых изображений является их доступность посредством интернет-ресурсов и необходимые технические характеристики

(мультиспектральная съемка системы спутника Landsat TM/ETM+ с размером пикселей 10–30 м и периодичностью съемки 16 дней). Сложность изучения пространственного разнообразия растительности в условиях большого объема имеющихся данных по измерению отдельных параметров обусловлена отсутствием унифицированных методов и универсальных параметров оценки, а также интеграции таких оценок для экосистем разного пространственного уровня. В числе основных ограничений оценки организации растительного покрова на локальном или региональном уровне – наличие и качество первичных полевых данных (неполный охват типологического и ландшафтного разнообразия, нерепрезентативное распределение точек на площади, отсутствие географической привязки).

Использование ДДЗ накладывает дополнительные требования к выделяемым классификационным единицам. Из-за несоответствия характеристик тематических единиц функциональным спектральным индексам при дешифрировании данных многозональной съемки имеются ограничения в использовании некоторых классификационных подходов. В частности, для флористической классификации характерен большой объем основной синтаксономической единицы – ассоциации, что приводит к объединению участков, различающиеся по физиономии и по набору доминантных видов, в том числе видов-эдикаторов древесного яруса. Также весьма затруднительно распознавание участков, отнесенных к одному типу леса при использовании динамического подхода, при котором объединяются разнородные по составу и структуре лесные сообщества, существующие в пределах одного типа лесорастительных условий. В эколого-фитоценотической классификации типично выделение низших рабочих единиц на различных основаниях, что также вызывает затруднения как в отнесении описываемых сообществ к синтаксонам определенного ранга, так и при сравнении их между собой при анализе ботанико-географических закономерностей. Для преодоления этой проблемы нами проведена доработка эколого-фитоценотической классификации лесной растительности, принятой за основу развернутых легенд региональных карт, а именно, уточнение содержания ряда категорий по части признаков и семантики классифицируемых объектов, а также строгое следование единообразному подходу, как для разных уровней, так и для разных регионов (Chernenkova et al., 2015).

Преимущества применения современных количественных методов ГИС-технологий на основе анализа спутниковых данных и цифровой модели рельефа (ЦМР) заключаются в возможности установления генетических, пространственных и временных связей между ценотическим разно-

образом и факторами внешней среды, что позволяет на новой основе подойти к изучению особенностей многомерной пространственной дифференциации лесного покрова. Интерполяция локальных измерений в процессе наземных исследований на верхние масштабные уровни с использованием данных спектральной космической съемки и количественных методов ее обработки дают нам возможность сохранить важную информацию о структуре и свойствах растительности. В результате получаем серию тематических карт, отражающих не только породно-возрастные классификационные категории, но и параметры типологического и таксономического разнообразия растительного покрова, его гетерогенность и прочие характеристики. Обработка пространственных данных и построение картографических моделей основана на пошаговом дискриминантном анализе, в результате которого определяются переменные, в наибольшей степени разделяющие классы растительных сообществ, выделенных по результатам наземных исследований.

Наличие количественных данных и использование количественных методов позволило нам провести сравнительный анализ организации лесного покрова в разных природно-климатических условиях, выявить роль разных факторов в его дифференциации, связанной как с природными особенностями территории, так и с историей ее природопользования (Черненкова и др., 2015; Пузаченко, Черненкова, 2016; Chernenkova et al., 2015).

Литература

Пузаченко М.Ю., Черненкова Т.В. Определение факторов пространственного варьирования растительного покрова с использованием ДДЗ, ЦМР и полевых данных на примере центральной части Мурманской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 167–191.

Черненкова Т.В., Морозова О.В., Пузаченко М.Ю., Попов С.Ю., Беляева Н.Г. Состав и структура еловых лесов юго-западного Подмосковья // Лесоведение. 2015. № 5. С. 323–338.

Chernenkova T.V., Puzachenko M.Yu., Morozova O.V., Ogureeva G.N., Kuperman R.G. An approach for mapping Northern Fennoscandian forests at different scales // *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*. 2015. 4 (1). P. 1–10.

**РОССИЙСКИЕ ДАННЫЕ В ГЛОБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЕ ПО БИОРАЗНООБРАЗИЮ – GBIF**

М.П. Шашков^{1,2,3}, Н.В. Иванова^{1,2}

**RUSSIAN DATA IN THE GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION
FACILITY – GBIF**

M.P. Shashkov^{1,2,3}, N.V. Ivanova^{1,2}

¹*Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
г. Пушкино, Московская область*

²*Пуцинский государственный естественно-научный институт, г. Пушкино, Московская
область*

³*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,
Московская область; e-mail: max.carabus@gmail.com*

Глобальная информационная система по биоразнообразию (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) в настоящее время является крупнейшим в мире ресурсом данных по биоразнообразию, содержащим по состоянию на февраль 2017 г. сведения о 712 579 437 находках 1 643 948 видов, организованные в 31 590 наборов данных, опубликованных 872 организациями. Из них к территории России относятся данные о 1 714 973 находках, т.е. около 0.3% всех опубликованных в GBIF данных. Подавляющее большинство этих данных (94%) опубликовано зарубежными организациями.

Несмотря на то, что Россия пока еще остается «белым пятном» на карте GBIF, в последние годы интерес российских исследователей к публикации данных через глобальный портал существенно возрос. Российской организацией (Зоологическим институтом РАН) первый набор данных через портал GBIF.org был опубликован в 2011 г. (doi:10.15468/c9g3nw). Активное участие российских исследователей в GBIF продолжилось в 2014 г. публикацией Гербарием МГУ результатов исследования флоры сосудистых растений Национального парка Мещера (22 625 находок, doi:10.15468/ahunho). В 2015 г. российскими организациями через глобальный портал было опубликовано уже 5 наборов данных (всего 14 848 находок), а в 2016 – 13 наборов данных (105 330 находок). За это время, помимо МГУ, свои данные опубликовали Институт математических проблем биологии (г. Пушкино), Зоологический институт РАН (г. Санкт-Петербург), Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург), Полярно-альпийский ботанический сад-институт (г. Кировск), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (г. Москва), Институт биологии Коми научного центра

УроРАН (г. Сыктывкар), Приокско-Террасный биосферный заповедник им. М.А. Заблоцкого (пос. Данки), Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения (г. Пущино). Готовят свои данные к публикации Ботанический институт им. В.Л. Комарова (г. Санкт-Петербург) и Сибирский экологический центр (г. Новосибирск). В целом в 2011 г. в GBIF была зарегистрирована одна российская организация, в 2014 – 2, в 2015 – 5, в 2016 – 12; при этом в 2016 году число записей, опубликованных российскими организациями, возросло более чем в 3 раза.

В целом российскими организациями в GBIF опубликованы данные о 140 468 находках видов (19 наборов данных), которые охватывают территорию 103 стран мира, большая часть данных (108 208 находок) приходится на территорию России, в основном европейскую ее часть. Почти 99% российских данных имеют точную географическую привязку. Представленные данные описывают разнообразие различных таксономических групп растений и животных: цианобактерии (doi:10.15468/80tu83, doi:10.15468/nt9emp), зеленые водоросли (doi:10.15468/cm3n7s), лишайники (doi:10.15468/nctfm2, doi:10.15468/uennht), печеночные мхи (doi:10.15468/yxt7co), сосудистые растения (doi:10.15468/ahunho, doi:10.15468/zo2svq, doi:10.15468/spmpkr, doi:10.15468/96gqtn, doi:10.15468/xtcciv, doi:10.15468/cjzloe, doi:10.15468/tnlga7), иглокожие животные (doi:10.15468/ej3i4f), членистоногие (doi:10.15468/3cby7, doi:10.15468/c3eork, doi:10.15468/sbga6b) и амфибии (doi:10.15468/wxz3uj, doi:10.15468/crgfcq). Эти сведения охватывают временной период почти в 250 лет (с 1771 по 2016 гг.).

Публикация данных через глобальный портал осуществляется с помощью четырех российских IPT-инсталляций, которые функционируют в Институте математических проблем биологии, Зоологическом институте, Всероссийском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова и Институте биологии Коми.

Возрастающий интерес российских исследователей к публикации данных через портал GBIF.org свидетельствует о необходимости создания российского национального узла GBIF, как единого центра по публикации данных и обобщения сведений из уже существующих информационных систем по биоразнообразию. На сегодняшний день функции такого «узла» неформально выполняет Институт математических проблем биологии РАН. Через IPT этого института помимо собственных данных опубликованы данные еще семь наборов данных четырех российских организаций, что суммарно составляет более 65% записей всех опубликованных российских данных.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОЧВ ХИБИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕРМОДАТЧИКОВ

И.М. Штабровская¹, И.В. Зенкова²

THE STUDY OF SOIL TEMPERATURE IN Khibiny Mountains USING THE AUTOMATIC THERMO-SENSORS

I.M. Shtabrovskaya¹, I.V. Zenkova²

¹*Мурманский государственный технический университет, Апатитский филиал, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: ishtabrovskaya@mail.ru*

²*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты, Мурманская область; e-mail: zenkova@iner.ksc.ru*

Изучению температурного режима почв Мурманской области посвящено несколько классических работ (Крючков, 1958; Яковлев, 1961; Семко, 1982), авторы которых использовали следующие виды измерительных приборов: метеорологический термограф М-16Н для измерения температуры атмосферного воздуха, в том числе в приземном слое, стеклянный ртутный напочвенный термометр ТМ-3 и электротермометр АМ-2М для определения срочной и сезонной температуры на поверхности почвы, ртутный коленчатый термометр Савинова ТМ-5 для измерения температуры на глубинах 5, 10, 15, 20 см.

В последние годы в полевых исследованиях широко применяются автоматические регистраторы температуры атмосферного и почвенного воздуха – автономные и компактные термохроны разной модификации. «Начинка» термохронов – полупроводниковый датчик температуры и литиевая батарея со сроком службы до 10 лет – позволяет длительное время регистрировать показания температуры по параметрам, которые изначально заданы исследователем. Можно задать дату и время старта измерений, установить интервал измерений от нескольких минут до нескольких часов, ограничить диапазон регистрируемых температур, установив верхний и нижний пороги. У разных моделей термохронов диапазон регистрируемых температур варьирует от –40 до +120°C, дискретность температуры (разрешение) – от 0.0625 до 0.5°C, погрешность измерений – от ±0.15 до ±1°C (http://gigrotermon.ru/?find_cat=12).

Для исследования температуры горных почв мы использовали термохроны серии ТРВ-2, рассчитанные на измерение до 8200 показаний температуры в диапазоне от –20 до +85°C и имеющие дискретность 0.0625°C и погрешность ±0.5°C (http://gigrotermon.ru/imag/shop.product_details/7/flypage.tpl). Их программировали на измерение с интервалом в 2 часа и закладывали в подстилку

на глубину 5 см в основных горно-растительных поясах Хибин на склонах разной экспозиции. Период работы датчиков составил на разных горах от 2 до 3-3.5 месяцев (с июня до августа-сентября) в зависимости от доступности склонов для исследования после снеготаяния и до наступления заморозков. По 12 измерениям за каждые сутки рассчитывали среднесуточные значения температуры подстилки (T_{cc} , °C). По усредненным за каждый месяц среднесуточным значениям вычисляли среднемесячные значения (T_{cm}) по усредненным за весь период исследования, – среднелетние значения (T_{cl}). Определяли *min* и *max* значения внутрисуточных T_{vc} , среднесуточных T_{cc} и среднемесячных T_{cm} температур; амплитуду колебаний (разницу между *min* и *max* значениями); сумму положительных $T > 0$ °C и «эффективных» температур подстилки с порогами +5 и +10°C. Полученные массивы данных обрабатывали в программах Excel и Statistica-7 (описательная статистика, дисперсионный анализ).

За период 2013–2015 гг. исследовали температуру подстилки на склонах 4 гор из разных частей Хибинского массива: Рисчорр (северная часть, склон С-СЗ экспозиции), Партомчорр (северная часть, Ю экспозиция), Юкспорр (центральная высокогорная часть массива, Ю экспозиция), Суолайв (юго-восточная часть, З экспозиция). В результате установили общий ход летней динамики T_{cc} подстилки в разных высотных поясах этих гор: весенний прогрев до активных $T_{cc} \geq +5^\circ\text{C}$ к концу июня и эффективных $T_{cc} \geq +10^\circ\text{C}$ с первых чисел июля; осенний переход через пороги $T_{cc} < +10^\circ\text{C}$ с 20-х чисел августа и $T_{cc} < +5^\circ\text{C}$ – с 20-х чисел сентября. В разных поясах T_{cc} подстилки в июне находилась в диапазоне активных температур +3...+10°C, с середины июля – в диапазоне эффективных температур +11...+23°C, в августе – в интервале +9...+22°C, в сентябре +3...+13°C. В самый теплый летний месяц (июль) максимальные T_{vc} в горных подстилках не превысили +21°C, а максимальные T_{cm} +17°C; сумма положительных температур достигала 875–1008°C.

Высотные различия исследованных температурных показателей подстилки были выражены резче в пределах менее высоких позиций склонов северной (гора Рисчорр) и западной экспозиции (гора Суолайв), с меньшей высотной разницей между растительными поясами, по сравнению с более высоко расположенными поясами на склоне южной экспозиции (гора Юкспорр). На склонах разной экспозиции влияние фактора «высотная поясность» выражалось в более вариабельной динамике температуры в подстилках горно-тундровых поясов по сравнению с горно-лесными.

Литература

Крючков В.В. Некоторые данные о температуре почв в различных растительных сообществах Мурманской области. М.-Л. 1961.

Семко А.П. Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова. Апатиты: КФ АН СССР. 1982. 134 с.

Электронные контрольно-измерительные приборы и программное обеспечение для регистрации и мониторинга параметров микроклимата:
http://gigrotermon.ru/?find_cat=12;

http://gigrotermon.ru/imag/shop.product_details/7/flypage.tpl.

Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное изд-во. 1961. 200 с.

INDUSTRIAL METHODS FOR LARGE SCALE DIGITIZATION OF BIOLOGICAL COLLECTIONS IN FINLAND

**Yu. Fetyukova, R. Tegelberg, J. Karppinen, T. Mononen, Z. Wu, H.
Saarenmaa**

Digitarium, University of Eastern Finland, Finland; e-mail: hannu.saarenmaa@uef.fi

Natural history museums in Finland house between 20-30 million specimens, but less than 20% of those are digitally catalogued in databases and less than 2% imaged. However, in scientific community there is an urgent and growing need for digital collections, i.e. databases presenting specimen images, metadata and label-specific specimen data. The digitization centre for natural history in Finland, Digitarium, was established in 2010 in Joensuu Science Park with the mission to speed up the digitization of natural history collections through industrial scale imaging lines, semi-automatic transcription software, and image bank services.

Digitarium has developed technology for automatically controlled imaging of herbarium sheets and pinned insects. Conveyor belt driven systems produce images at least tenfold faster when compared to the speed of imaging specimens using manual methods. Average amount of imaged herbarium sheets reaches several thousand a day by one or two operators using an automated imaging line. For pinned insects, a total of 500 imaged specimens per day have been achieved by two operators. The bottleneck still is the capacity of human operators to feed specimens to the system and to return them in collections.

For herbarium sheets, one 36-megapixel camera is used. For insects, 12–24 megapixel is sufficient and shots are made from above, side, and front. A

mirror in the carrying pallet gives underside view of the insect and labels. For videos, see <http://digitarium.fi/en>.

All specimens with their labels will be imaged, and specimen data will be transcribed from the images using Digitarium's internet-based transcription portal DigiWeb+. Distance workers from around the world can use DigiWeb+ to offer their transcription services.

Presently in Finland, four imaging lines are used to digitize national collections, and their combined theoretical capacity is 800,000 specimens per year. The images and data are freely and openly available through the Finnish Biodiversity Information Facility (FinBIF) portal <https://laji.fi/>.

References

Mononen T., Tegelberg R., Sääskilahti M., Huttunen M.A., Tähtinen M., Saarenmaa H. Digiweb – a workflow environment for quality assurance of transcription in digitization of natural history collections. // *Biodiversity Informatics*. 2014. Vol. 9. P. 18–29.

Tegelberg R., Haapala J., Mononen T., Pajari M., Saarenmaa H. The development of a digitising service centre for natural history collections. // *ZooKeys*. 2012. Vol. 209. P. 75–86.

Tegelberg R., Mononen T., Saarenmaa H. High-performance digitization of natural history collections: Automated imaging lines for herbarium and insect specimens // *Taxon*. 2014. Vol. 63. P. 1307–1313.

FUNGARIUM OF YUGRA STATE UNIVERSITY AND ITS DATABASE N.V. Filippova¹, T.M. Bulyonkova², D.V. Karpov¹, E.D. Lapshina¹

ФУНГАРИЙ ЮГОРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И ЕГО БАЗА ДАННЫХ

Н.В. Филиппова¹, Т.М. Бульонкова², Д.В. Карпов¹, Е.Д. Лапшина¹

¹Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск; e-mail: filippova.courlee.nina@gmail.com

²Институт систем информатики им. А.П. Еришова СО РАН, г. Новосибирск; e-mail: ressaure@gmail.com

The Fungarium is a systematic reference collection of fungi (Hawksworth, 2010) organized as part of the Biological Collection of Yugra State University (BC YSU) (<https://fungariumysu.org>). The collection is registered in Index Herbariorum under the acronym YSU (the Fungarium collection's acronym is YSU-F accordingly). The BC YSU does not represent an offi-

cial subdivision within the university and is currently a project of the Environmental Dynamics and global Climate Change department (EDCC).

The collection was started as part of the biodiversity study program of EDCC YSU and a PhD work of one of its staff members. It was later supplemented by collections of several mycologists working in the area. The majority of specimens in the collection were collected by N. Filippova and T. Bulyonkova. A total of 17 specialists took part in specimen identification through direct work in the Fungarium, in other laboratories with loaned material, or through discussions on mycological forums in the Internet.

The main purpose of the Fungarium is to initiate and facilitate systematic studies of fungi of the taiga zone of Western Siberia. It also serves for education and can be used by specialists in different applied disciplines.

Specimens in the collection are accumulated by direct observation and extraction of fruiting structures of fungi. There are two major approaches: observation and collection of fruiting structures of larger fungi (macromycetes) by naked eye, and lens observations of substrates followed by extraction of smaller fruiting structures of discomycetes, hyphomycetes, pyrenomycetes etc. (Wu et al., 2004). Fruitbodies of larger fungi are photographed and their growing conditions are described in the field, extracted from the substrate and packed in aluminium foil to be processed in the laboratory later on the day of collection. Macro-morphological features of fruitbodies are described according to schemes required for specific systematic groups. Spore prints are obtained when the number of sporocarps is sufficient. Fruitbodies are dried after processing in a drying oven under 50 °C and stored as exsiccata in Ziploc plastic bags and marked Kraftpaper envelopes.

About a third of the collection specimens has been cited in one to four publications. A total of 120 publications were prepared using the specimens of Fungarium, including journal papers (14), descriptions in the Red Book of Khanty-Mansi autonomous District (11 species) and publications of specimens on Internet mycological sites.

The database of YSU Fungarium is developed using Specify 6 software and its web version, Specify 7 (<http://specifyx.specifysoftware.org/>). Currently the database holds 4443 collection objects, 11588 preparations, and 3 Type specimens (1 isotype, 1 holotype and 1 paratype). Preparations stored in the database include: dried cultures – 3, dried specimens – 3975, drawings – 111, macrophotographs *in situ* – 974, macrophotographs *in studio* – 3151, measuring data – 361, microphotographs under stereo lens – 1126, microphotographs under transmitted light microscope – 1737, habitat images – 74.

Database elements are developed according to the recommended standards (Farr & Farr, 2004) and include: (Table).

Table.

An example of fields format in main tables of the YSU Fungarium database

Field	Format	Description (from Specify 6 with additions)	Link to related tables
Collection object table			
Catalog number	5 digits, non-incremented	The number that identifies an individual specimen.	
Accession number	5 digits, non-incremented	A consignment of specimens acquired either by field collecting of staff members, gifts, purchases, or exchange with another institution.	
Alternative catalog numbers	string	Alt. catalog numbers in other collections, separated by commas.	
Cataloger	pick list	Name of cataloger; cataloger records are stored in the Agent table.	Agent table
Cataloged date	date	Date the object was cataloged.	
Preparations	pick list	Preparation information describes the type of stored specimens and their number and status (loaned or not).	Preparation table
Attachments	any attached files	An attachment for a collection object (macro- and microphotographs, measurements files, etc.).	Attachment table and attached files
Collection ob-	pick list	Refers to a citation for a	Reference work

ject citations		Collection Object.	table
Collecting event table			
Collection method	pick list	A method, which is used to obtain the specimen (such as lens observations, permanent plot, random walk, substrate cultivation, wet chambers).	
Collection date	date	The date of collecting event.	
Locality	string	The name of the location where a specimen was collected or observed.	Geography tree
Vegetation type	text	Vegetation and habitat where specimen was collected.	
Collectors	pick list	Collectors.	Agent table
Substrate	pick list	Substrate where specimen was collected (bark, berry, branch, burnt soil, etc. - totally 36 substrate types)	
Substrate remarks	text	The descriptive characteristics of the substrate.	
Host plant	pick list	The host plant where the fungus was collected.	Taxon tree of Plants
Determination table			
Taxon	pick list	The determined name of the specimen.	Taxon tree of Fungi
Qualifier	pick list	A term to qualify the identification of the taxon name when doubts have arisen as to its identity or as a comparison to a given name (e.g. "cf." or "aff.").	

Addendum	pick list	An element added to the taxon name to indicate a concept or citation for that name (s.l., s.str.)	
Determined date	date	Date the object was determined.	
Determiner	pick list	Name of determiner; records are stored in the Agent table.	Agent table
Type status	pick list	A pick list of all available type designations: Holotype, Paratype, Neotype etc.	
Morphological description	text	Morphological description made during collection and/or determination of the specimen, linked to a particular determination event.	

The collection is gradually growing and is open to prospective users such as taxonomists interested in work with a particular group of fungi represented in the region. For this purpose, an online database of the collection was launched in 2016 in Specify 7 software hosted on the Yugra State University server. The online database has open access through a guest username (*ugrabiodb*) and password (*ugrabiodb*) (available at <http://bio.ugrasu.ru/>).

It is crucial to continue the development of the Fungarium database and for this purpose we set the following objectives: 1) development of the taxonomical tree (currently manual) based on the Index Fungorum database; 2) improvement of an online interface of database search in Specify 7 for guest users; 3) improvement of an image storage/browsing system, as images are an essential part of fungal collections; 4) possible connection to GBIF for import of data from the YSU Fungarium database to the global database.

References

- Hawksworth D.L. Funga and fungarium // IMA Fungus. 2010. V. 1. № 1. P. 9–10.
- Fungarium of Yugra State University Web site. URL: <https://fungariumysu.org>.

Wu Q., Thiers B., Pfister D. Preparation, preservation, and use of fungal specimens in herbaria // Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods / Mueller G.M. et al. (eds.). 2004. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press. P. 23–36.

Specify Software Web site. URL: <http://specifyx.specifysoftware.org/>

Farr D.F., Farr E.R. Electronic information resources // Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods / Mueller G.M. et al. (eds.). 2004. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press. P. 49–58.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Акатова Ю.С. О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ГЕРБАРНОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	5
Алексеевко Н.А., Грищенко М.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА КУНАШИР (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)...	7
Алексеевко Н.А., Королева Н.Е., Волкова А.А. ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА С ПОМОЩЬЮ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА.....	9
Антипин В.К. ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ БОЛОТ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ».....	12
Афанасьев Д.Ф. БАЗА ДАННЫХ И СИНТАКСОНОМИЯ ДОННОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ.....	14
Бочарников М.В. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ КРИОФИТНЫХ ПОДУШЕЧНИКОВ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ.....	16
Бибин А.Р., Грабенко Е.А., Медведев А.А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРО- И КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КАВКАЗСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ.....	18
Большаков С.Ю., Филиппова Н.В., Потапов К.О., Агеев Д.В., Волобуев С.В. GOOGLE SPREADSHEETS КАК БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ О БИОРАЗНООБРАЗИИ.....	21
Браславская Т.Ю., Пахов А.С. БАЗА ДАННЫХ ПО СТРУКТУРЕ ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	24
Верхозина А.В., Фёдоров Р.К. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ФИТОРАЗНООБРАЗИЮ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ.....	26
Войтеховский Ю.Л. ОБ ИНДЕКСЕ РАЗНООБРАЗИЯ (ИНФОРМАЦИИ) К. ШЕННОНА.....	29

Гнденко А.Е., Грищенко М.Ю., Бочарников М.В. СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТИГИРЕЦКОГО ХРЕБТА (ЗАПАДНЫЙ АЛТАЙ) И КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЕГО РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	30
Давыдов Д.А., Мелехин А.В., Константинова Н.А., Борови- чев Е.А. ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ CRYPTOGAMIC RUSSIAN INFORMATION SYSTEM.....	32
Давыдов Д.А. ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЦИАНОПРОКАРИОТ ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫНЬ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ CRIS.....	34
Денисов Д.Б., Косова А.Л. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРΟΣЛЯМ ЕВРО-АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА.....	36
Динкелакер Н.В., Загидуллина А.Т., Кольцов Д.Б. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМ МАЛОНАРУШЕННОГО ЛЕСНОГО МАССИВА В СРЕДНЕТАЕЖНАЯ ПОДЗОНЕ, ДВИНО- МЕЗЕНСКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.).....	39
Дудов С.В., Дудова К.В., Гамова Н.С. ИССЛЕДОВАНИЕ БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РУБЕЖЕЙ В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. АМУР ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ.....	41
Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис У.Г. КОНЦЕПЦИЯ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ БИБЛИОТЕКИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА.....	45
Иванова Н.В., Шашков М.П. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА <i>LOBARIA PULMONARIA</i> НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ GBIF.....	48
Ильина О.В. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (PZU): ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИВЯЗКА ОБРАЗЦОВ.....	50

Киселева Л.Л., Пригоряну О.М., Парахина Е.А. РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ СЕТОЧНОГО И ТОЧЕЧНОГО КАРТИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	52
Кантор Г.Я., Тимонов А.С., Домнина Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	55
Козлова М.В., Турсунова Г.Ш. АНАЛИЗ СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН РЕК СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ.....	57
Комарова А.Ф. ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И СОСТАВА ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА.....	60
Константинова Н.А., Савченко А.Н. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАРТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕЧЕНОЧНИКОВ.....	62
Корчиков Е.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QUANTUM GIS ПРИ ПАСПОРТИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОС. УСТЬ-КИНЕЛЬСКИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ).....	64
Кренке А.Н., Пузаченко Ю.Г. ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ.....	67
Крышень А.М., Геникова Н.В. ОТРАЖЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ И ДИНАМИКИ ЛЕСОВ В БАЗЕ ДАННЫХ "МЕСТООБИТАНИЯ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ"	69
Кулюгина Е.Е., Дубровский Ю.А., Елсаков В.В., Щанов В.М. ХАРАКТЕРИСТИКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ЩУГОР: КОМБИНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ И СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	72

Кутенков С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИСТРАТОРОВ УРОВНЯ ВОДЫ В БОЛОТНЫХ ЛЕСАХ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ.....	74
Кушневская Е.В., Боровичев Е.А., Шорохова Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА СПЕЦИАЛИЗАЦИИ d' В ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ И ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	77
Лавриненко И.А. ТИПОЛОГИЯ И СИНТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР.....	79
Мазина И.Г., Обьедкова О.А., Коротков О.И. О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И УХОДУ ЗА ДЕКОРАТИВНЫМИ ДРЕВЕСНЫМИ И ТРАВЯНИСТЫМИ РАСТЕНИЯМИ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ).....	82
Макарова М.А. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЙМЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ МАСШТАБАХ (НА ПРИМЕРЕ РЕК СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ПИНЕГИ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.).....	85
Мелехин А.В. CRIS КАК РАБОЧАЯ МОДЕЛЬ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КРИПТОГАМНЫХ БОТАНИКОВ.....	88
Морковин А.А., Калякин М.В., Волцит О.В. ФАУНИСТИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ «ПТИЦЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ».....	91
Новаковский А.Б. EXCELTOR – МОДУЛЬ ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ EXCEL И СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА R.....	93
Николаева Н.Н., Воробьев В.В. ИНТЕРАКТИВНАЯ КАРТА И БАЗА ДАННЫХ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РЕЗЕРВАТА КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ.....	95
Пересторонина О.Н., Шабалкина С.В., Михайлова Е.А. О СОЗДАНИИ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	97
Петрова О.В., Петров В.Н. ОБ УНИФИКАЦИИ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СОВМЕСТНЫХ ИЛИ ПУБЛИЧНЫХ ПРОЕКТАХ.....	99

Петренко Д.Е. СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИС БД НА ПРИМЕРЕ ИСБД «ГЕРБАРИЙ БФУ ИМ. И. КАНТА»: АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	101
Попов С.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОСТАТИСТИКИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ АРЕАЛОВ ВИДОВ (НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РОДА SPHAGNUM).....	103
Поспелов И.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕТОДОВ.....	106
Пыстина Т.Н., Семенова Н.А. АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА <i>LOBARIA PULMONARIA</i> (НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ADONIS»).....	108
Розова И.В., Волкова Е.М., Бурова О.В. БОТАНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ БАЗЫ ДАННЫХ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КУЛИКОВО ПОЛЕ».....	110
Рысин С.Л., Трусов Н.А., Кобяков А.В., Дулина А.А., Гагарин В.А., Кутилин В.А. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННОЙ СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЕНДРАРИЯ НА ПРИМЕРЕ ГБС РАН.....	112
Суслова Е.Г., Алексеенко Н.А., Шаповалов А.С. СОЗДАНИЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЫ СТЕПНОГО УЧАСТКА ПО ФЛОРИСТИЧЕСКИМ ОПИСАНИЯМ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА «ЯМСКАЯ СТЕПЬ», БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ.)...	114
Тагирджанова Г.М., Дёмина А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ <i>NEPHROMOPSIS LAURERI</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ..	117
Тетерюк Л.В., Чадин И.Ф., Федорова Е.В., Мадн Е.Г., Кирпичев А.Н., Оплеснина Н.А. ЭЛЕКТРОННЫЙ КАТАЛОГ И БД ГЕРБАРИЯ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН (СУКО).....	119
Фадеев Н.Б., Скрыпицына Т.Н., Курков В.М., Замятина Е.О. СОЗДАНИЕ ГИС В ЦЕЛЯХ РЕСУРСОВЕДЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОФОТОСНИМКОВ С БПЛА.....	121

Фёдоров Р.К., Верхозина А.В., Бычков И.В., Ружников Г.М., Шумилов А.С. ОБЛАЧНАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	123
Чадин И.Ф., Далькэ И.В., Захожий И.Г., Малышева Р.В., Мади Е.Г., Кузиванова О.А., Кириллов Д.В., Елсаков В.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ»: ОПЫТ СБОРА ДАННЫХ О РАСПРОСТРАНЕНИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (<i>HERACLEUM SOSNOWSKYI</i>) И ИХ ПУБЛИКАЦИИ В GBIF.....	127
Черненко Т.В., Пузаченко М.Ю. ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	129
Шашков М.П., Иванова Н.В. РОССИЙСКИЕ ДАННЫЕ В ГЛОБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПО БИОРАЗНООБРАЗИЮ – GBIF.....	132
Штабровская И.М., Зенкова И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОЧВ ХИБИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕРМОДАТЧИКОВ.....	134
Fetyukova Yu., Tegelberg R., Karppinen J., Mononen T., Wu Z., Saarenmaa H. INDUSTRIAL METHODS FOR LARGE SCALE DIGITIZATION OF BIOLOGICAL COLLECTIONS IN FINLAND.....	136
Filippova N.V., Bulyonkova T.M., Karpov D.V., Lapshina E.D. FUNGARIUM OF YUGRA STATE UNIVERSITY AND ITS DATABASE.....	137

Международная научно-практическая конференция
«Использование современных информационных технологий в
ботанических исследованиях»

Тезисы докладов

Оригинал-макет: Е.А. Боровичев

Подписано в печать 10.03.2017.
Формат бумаги 60x84 1/16. 7.3 усл.-изд. л.
Печать офсетная с оригинала заказчика.
Заказ № 341. Тираж 150 экз.

Отпечатано в Типографии ООО «КазМ»
Мурманская область, город Апатиты
ул. Ферсмана 17А, тел. (81555) 77329
www.km-print.ru