

Р.В. Цвирко, зам. директора по науч. работе,
канд. биол. наук;

С.Г. Русецкий, науч. сотр.;

Ж.Ю. Жилинский, науч. сотр.

(Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минск)

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КАРТЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЕЛАРУСИ

В последнее время стремительно развиваются и находят все более широкое применение информационные технологии для решения задач управления и изучения биологического разнообразия, в том числе и благодаря многофункциональному картографированию [1].

Современные карты растительного покрова являются не просто конечным продуктом (*парадигма сообщения*), а предполагают хранение исходных данных для обеспечения последующего анализа (*аналитическая парадигма*) [1–3]. В связи с этим в лаборатории геоботаники и картографии растительности Института экспериментальной ботаники продолжаются работы по созданию цифровой карты растительности Беларуси [3–5]. Исходными данными для составления карты лесной растительности являются как фондовые материалы лаборатории геоботаники и картографии растительности, литературные данные, актуальные данные лесо- и землеустройства, крупномасштабные карты растительности модельных территорий.

За последние 5 лет проведены специальные исследования по изучению растительного покрова ряда особо охраняемых природных территорий: национальные парки «Нарочанский» [1], «Беловежская пуща» [5] и «Припятский», заказники республиканского и местного значения «Ольманские болота», «Споровский», «Званец», «Истоки реки Неман», «Ленчино», «Липники», «Великий Мох», «Воробьевский», «Габы», «Сервечь», «Свитязянский», «Славгородский», «Налибокский» и др. Собран богатый материал по лесной растительности, которым была дополнена существующая геоботаническая база данных, которая насчитывает около 2500 описаний.

Необходимым этапом исследования в данной работе был анализ геоботанического материала с целью формирования общей картины современного ценотического разнообразия, то есть какие типы лесных сообществ составят основу картируемых единиц растительности, и как итог – составление классификационных схем лесного покрова [6].

Применение современных программных средств для обработки геоботанических данных позволило значительно ускорить анализ по-

левых данных, используя возможности машинного обучения: выделять группы диагностических видов, рассчитывать экологические индексы, проводить ординацию сообществ в пространстве факторов среды и т.д. Так, например, использование метода t-SNE (стохастического вложения соседей с t-распределением) позволяет отображать многомерные объекты (геоботанические описания) в 2-мерном пространстве таким образом, чтобы похожие объекты группировались с близко расположенными точками.

В качестве цифровой основы карты лесной растительности использован векторный слой с лесных выделов и кварталов, составленный по материалам учета государственного лесного фонда (данные РУП «Белгослес»). Такая база содержит достаточно подробную лесоводственно-таксационную характеристику контуров растительности, получаемую глазомерно-измерительными методами при наземной лесоинвентаризации.

На основании различных классификационных схем лесного покрова многообразие таксационных характеристик было формализовано в группы предполагаемых картируемых единиц (всего – около 80, в итоговом варианте легенды среднемасштабной карты остается 35-38 категорий) с присвоением им соответствующих кодов (таблица).

Таблица – Фрагмент формализации таксационных показателей

Коды	Название группы с пояснением
10000	<i>Хвойные леса</i>
11000	<i>Сосновые леса</i>
11100	<i>Сосновые леса на минеральных почвах</i>
11110	<i>Сосновые кустарничково-лишайниковые леса.</i> Все лесные земли с ТУМ А1; в ТУМ А2 – чистые сосновые леса верескового типа 2 класса бонитета и сосновые леса верескового типа 3 класса бонитета с участием до 2 единиц (далее – ед.) в составе березы
11120	<i>Сосновые бруснично-зеленомошные леса.</i> Объединяют чистые или березово-сосновые леса брусничного и мшистого типов с ТУМ А2, а также часть сосняков вересковых, не вошедших в группу 11110. Не разделяются на подгруппы также леса с наличием до 1 ед. ели, дуба, осины. При смешанном составе сосны должно быть от 6 ед. и более. Выделяются следующие подгруппы:
11121	<i>елово-сосновые бруснично-зеленомошные леса с участием 2-3 ед. ели;</i>
11122	<i>дубово-сосновые бруснично-зеленомошные леса с участием 1-2 ед. дуба, но без ели при 1 ед. дуба.</i>
	Леса с участием 4 и более ед. ели, 3 – дуба, 2 – осины, акации, клена или их общим обилием более 30%, а также наличием граба в составе относятся к группе 11140 (<i>Сосновые травяно-зеленомошные леса</i>), ясеня, ольхи черной и серой – к 11130 (<i>Сосновые чернично-зеленомошные леса</i>).
11130 и т.д.

Данная модель разделения множества признаков была проверена на точность с использованием алгоритма классификации использовался метод построения деревьев принятия решений CART [7] из пакета `scikit-learn` для языка программирования `python`. Общее количество образцов в обучающей выборке составило 122633 шт. Алгоритм строит бинарные деревья решений, узлы которого содержат только два потомка. В процессе работы алгоритма происходит рекурсивное разбиение примеров обучающего множества на подмножества. На каждом шаге построения дерева правило, формируемое в узле, делит обучающую выборку на две части: одна часть, в которой правило выполняется, и вторая часть, в которой правило не выполняется. Точность классификации на тестовой выборке составила – 0,985.

В качестве тестового объекта генерализации до масштаба 1:100000 использована территория Воробьевского лесничества Слуцкого лесхоза. На первом этапе был отработан способ объединения контуров растительности с близкими признаками по принципу «снежного кома»: к самым крупным участкам различных типов фитоценозов присоединяются меньшие по площади, но с максимально подобными свойствами участки.

При проверке соответствия единиц карты фактическому составу растительности обнаружили некоторые неточности, главным образом, касающиеся антропогенно-преобразованных лесных фитоценозов. Например, участок лесного фонда площадью 37,4 га был определен как сосняк осоково-сфагновый, а соседний выдел – сосняк багульниковый. Обследование указанных выделов показало, что фактически на данной территории сформировались мелиоративно-производные сосняки чернично-багульниковые.

Кроме этого, при полевом эталонировании было установлено, что такой тип леса как березняк долгомошный объединяет в себе самые различные типы сообществ: встречаются как травяно-сфагновые пушистоберезовые леса по окраинам болотных массивов, так и пионерные сообщества зарастающих вырубок и участков сельхозземель или торфодобычи. Следовательно, к таким категориям растительности было необходимо повышенное внимание при составлении карты.

Легенда карты построена с использованием типологического принципа на основе эколого-фитоценологического (доминантного) подхода. На карте показан современный растительный покров, который включает как коренные, так и производные растительные сообщества, находящиеся на разных стадиях восстановления или деградации.

В 2023 году нами запланировано подготовка карт лесной растительности Беларуси в различных масштабах (1:50000, 1:10000,

1:600000, 1:2000000), а также проведение детального анализа особенностей пространственного распределения различных типов сообществ, особенно проявляющих региональную специфичность. Так, например, доля сосняков кустарничково-лишайниковых в центральной геоботанической подзоне составила 1,3%, в южной – 3,4%, соотношение повислоберезовых молиниевых-черничных лесов по данным подзонам – 2,5% и 5,2% соответственно. Оправдала себя гипотеза выделения единиц на основе участия в составе древостоя зональных видов. Это позволит использовать изучать зональные особенности структуры растительного покрова даже с использованием производных лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Груммо Д.Г. [и др.]. Растительность и биотопы Национального парка «Нарочанский» с картой наземной растительности (М 1:60 000) и картой биотопов (М 1:60 000) / под науч. ред. А.В. Пугачевского. – Минск, 2017. 82 с.
2. Юрковская Т.К. Растительность в географическом пространстве // Актуальные проблемы геоботаники: науч. тр. Вып 12. 2012. С. 620–629.
3. Груммо Д.Г. Оценка биоразнообразия наземных экосистем на основе цифровой карты растительности // Ботаника: исследования. Вып. 50. 2021. С. 155–170.
4. Груммо Д.Г., Русецкий С.Г., Зеленкевич Н.А., Цвирко Р.В. К вопросу создания карты растительности болот Беларуси // Материалы конференции «Х Галкинские Чтения» (Санкт-Петербург, 4-6 февраля 2019 г.). – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. С. 49–51.
5. Груммо Д.Г., Цвирко Р.В., Зеленкевич Н.А., Куликова Е.Я., Созинов О.В. Карта растительности национального парка «Беловежская пуца»: опыт создания и практического использования // Геоботаническое картографирование. – СПб., 2019. – С. 18-38. DOI: 10.31111/geobotmap/2019.18.
6. Цвирко Р.В., Груммо Д.Г. Синтаксономическое разнообразие лесной растительности национального парка Беловежская пуца (Беларусь) // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 1 (4). – С. 57–80.
7. Breiman L., Friedman J. H., Olshen R. A., & Stone C. J. Classification and regression trees. Monterey, CA: Wadsworth & Brooks / Cole Advanced Books & Software, 1984.