

## **СОЗДАНИЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЫ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ**

*Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А., Русецкий С. Г.*

*Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН  
Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: zm.hrumo@gmail.com*

Приводятся сведения о результатах тематического картографирования растительности торфяных болот и заболоченных земель Беларуси. Предложена и апробирована методика использования космической съемки для картирования торфяных болот разных типов и состояний. Решены следующие задачи: отражено ценотическое разнообразие; дана оценку современного состояния растительного покрова; выявлены наиболее ценные с природоохранной точки зрения фитоценозы; скорректированы границы и площади объектов торфяного фонда Беларуси. Геоботаническая карта содержит сведения о растительности 3521 торфяных болот и торфяников, общей площадью 1103,2 тыс. га.

Ключевые слова: торфяные болота; растительность; Беларусь.

## **CREATING A GEOBOTANIC MAP OF PEAT BOGS AND WETLANDS OF BELARUS**

*Grummo D. G., Zeliankevich N. A., Rusetsky S. G.*

*V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of National Academy of Sciences  
of Belarus, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: zm.hrumo@gmail.com*

This article provides information on the results of thematic mapping of the vegetation of peat bogs and wetlands of Belarus. A method of using space imagery for mapping peat bogs of different types and conditions was proposed and tested. The following tasks were solved: coenotic diversity is shown; an assessment of the current state of the vegetation cover is given; the most valuable phytocenoses from an environmental point of view have been identified; the borders and areas of the peat fund facilities in Belarus have been adjusted. The geobotanical map contains information on the vegetation of 3521 mires and peatlands with a total area of 1103.2 thousand hectares.

Key words: peat bogs; vegetation; Belarus.

К настоящему времени в естественном или слабонарушенном состоянии сохранилось 863 тыс. га болот (29,3% от первоначальной площади болот) [3]. Действующее законодательство Республики Беларусь определяет болота «как природный комплекс, характеризующийся постоянным переувлажнением земель и произрастающей болотной растительностью, при отмирании которой происходят процессы торфообразования и торфонакопления» [4]. Однако на практике они продолжают относиться к разным категориям земель [1, 7]. Большая часть болот относится к государственному лесному фонду. Часть болот расположена также на землях сельскохозяйственного использования, запаса и других категорий [1]. Исходя из этого различаются и принципы их учета. При

этом для лесного и сельского хозяйства болота и заболоченные местообитания – наименее ценные земли, что, естественно, отражается на качестве и детальности их учета [7]. Сложность инвентаризации торфяных болот – одна из основных проблем организации их рационального использования и охраны в нашей стране [5] и за рубежом [7, 8, 10].

В связи с этим нами была предпринята попытка, направленная на интеграцию существующих данных, развитие информационной базы для получения ряда общих характеристик торфяных болот, в том числе с привлечением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В настоящем сообщении приводятся сведения о результатах тематического картографирования растительности торфяных болот. При составлении геоботанической карты авторами были поставлены следующие задачи: отразить ценотическое разнообразие растительности; установить основные типологические категории сообществ и группировок (синтаксоны); дать оценку современного состояния растительного покрова; выявить наиболее ценные с природоохранной точки зрения растительные сообщества; разработать предложения по корректировке границы и площадей объектов торфяного фонда Беларуси.

При выборе объектов по аналогии с англоязычными «*mire*» и «*peatland*», использовались термины естественное «торфяное болото», где есть условия, и происходит накопление торфа, и «торфяник», атрибутом которого является только наличие торфяной залежи, и относящийся как к естественным, так и в большей степени антропогенно нарушенным объектам [7].

Границы объектов исследований (естественные и нарушенные болота, выработанные торфяные месторождения), где осуществлялось тематическое картографирование растительности определялись на основе данных онлайн-ресурса «База данных торфяники Беларуси» (<http://peatlands.by>).

Дополнительной информацией о торфяных болотах и заболоченных землях являлись материалы космической и топографической съемки, лесо- и землеустроительные данные, на основе которых корректировались границы существующих объектов исследований, а также выделялись новые.

В перечень объектов исследований, также включены мелкоотторфованные (мощность торфа <0,3 м) заболоченные земли. Это было связано, с тем, что эти земли экологически и пространственно часто трудноотделимы от торфяных болот, а также включены в национальную базу данных торфяников.

Минимальная площадь объекта исследования составляла 50 га.

Работа по ее составлению включала следующие этапы.

1. *Подбор материалов космической съемки.* С учетом имеющихся материальных возможностей был осуществлен поиск и подбор материалов ДЗЗ коллекций Landsat 8 SR и Sentinel-2\_TOA. Из коллекций отбирались сцены за 2016–2018 гг., сгруппированные по 3 периодам, отражающим сезонную динамику развития растительности: 16 апреля – 15 июня, 16 июня – 15 августа, 16 августа – 15 октября.

2. *Обработка космических снимков.* Для каждой сцены рассчитывались: нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), преобразование Tasseled Cap (разработано для анализа изменений растительного покрова, определяемых различными системами спутниковых сенсоров), RGB-синтез и др. Сцены каждого сезонного периода были объединены в одну, где результирующее значение является медианой входных значений и объединены в единое многоканальное растровое изображение.

3. *Создание базы геоботанических описаний.* База геоботанических описаний содержит 3,8 тысяч геоботанических описаний, выполненных в 2004–2018 гг.

4. *Разработка легенды карты.* Легенда построена на основе эколого-фитоценотического (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 легенде выделено 2 блока: 1) естественная и слабонарушенная растительность торфяных болот и заболоченных территорий; 2) антропогенно-производная растительность нарушенных торфяников.

В первом блоке высшие подразделения легенды соответствуют типам растительности. Лесной тип подразделяется на: хвойные и лиственные коренные леса на болотах. Подзаголовками следующего ранга для лесной растительности являются формации, выделенные по преобладанию древесных пород (сосновые, пушистоберезовые, черноольховые и т.д.). Оценивая ценотическое разнообразие лесов, можно отметить, что на тематической карте нашло отражение распространение 12 типов лесных растительных сообществ.

Фитоценотическое разнообразие болотной растительности отображено в легенде геоботанической карты 14 единицами. Болотная растительность разделена по типу питания на эвтрофные (низинные), мезотрофные (переходные) и олиготрофные (верховые). Основными картируемыми единицами являются группы ассоциаций (кустарничково-сфагновые, осоково-сфагновые, злаково-осоковые, травяно-осоково-гипновые и др.). Кроме этого, на карте отображены сообщества на ранних стадиях формирования лесной структуры, что позволяет оценить масштаб процессов зарастания открытых (нелесных) торфяных болот. Луговая растительность (заболоченные луга с участками травяных болот) представлена 3 таксонами, кустарниковая – 2. Самостоятельными разделами (10 таксонов) представлены антропогенно-производная растительность торфяников.

5. *Создание обучающих выборок эталонов и выполнение предварительной классификации.* На основании результатов 15-летнего цикла наземных исследований был составлен каталог эталонов (6,7 тыс. единиц, общей площадью 115,4 тыс. га (или 10,4 % от общей площади торфяных болот и заболоченных территорий).

Для каждого класса эталонов случайным образом были сформированы тренировочная (70 %), тестовая выборки (30 %) и выполнена предварительная классификация методом Random Forest с различными параметрами. Для классификации использовался алгоритм контролируемой классификации изображения с предварительной сегментацией. Для анализа и построения карты использовались не все синтаксоны, выделенные при классификации растительности. В эту выборку были отобраны только те синтаксономические единицы, которые достоверно (точность выделения >60 %) распознавались в ходе предварительного анализа. Качество классификации оценивалось с использованием полной матрицы ошибок, в которой используется кросс-табуляция для установления соответствия между полученными разными способами значениями идентичных классов. Классы, качество выделения которых было <60 %, объединялось с близкими классами.

6. *Проведение итоговой контролируемой классификации* (аналогично п. 5).

7. *Оценка достоверности результатов итоговой классификации* (аналогично п. 5). Достоверность классификации в наших исследованиях составила в среднем 75,7 %.

8. *Выделение зональных вариантов с учетом разнообразия географии растительного покрова торфяных болот*. Для этих целей проводились анализ геоботанического районирования, составлялись карты-схемы распространения диагностических видов, выполнялась оценка сходства флористического состава и синтаксономического разнообразия.

9. *Генерализация (геометрическая и географическая), создание единого векторного слоя, расчет площадей картируемых единиц*.

10. *Создание составительского оригинала карты*. На каждом выделе растительности в центре проставлялся номерной индекс, отвечающий его содержанию по рабочей легенде карты, а окраска выдела соответствует принятому цвету шкалы. В системе красочно-штриховых обозначений использовалась цветовая гамма, принятая в отечественной картографии [9] и лесоустроительной практике [6].

11. *Полевая и камеральная проверка карты*. В полевых условиях (2019 – 2020 гг.) проводилась итоговая проверка карты растительности торфяных болот и заболоченных территорий с составлением протокола достоверности.

В результате проведенной работы была закартирована растительность 3521 торфяных болот и торфяников, общей площадью 1103,2 тыс. га. На основе анализа геоботанической карты установлено, что площадь естественных и слабонарушенных болот и заболоченных земель, включенных в торфяной фонд Беларуси, в настоящее время составляет 779,5 тыс. га (70,7 % от общей площади исследованной территории). Фитоценотическое разнообразие естественных болот и заболоченных земель характеризуется 30 таксонами. Преобладают лесные болота, занимающие 397,7 тыс. га (36,1 %), в т.ч. сосновые – 190,6 тыс. га (17,4 %), пушистоберезовые – 132,7 (12,0 %), чернольховые леса – 74,0 тыс. га (6,7 %).

Площадь нелесных болот составляет 330,3 тыс. га (29,9 %), в т.ч. верховые 102,2 тыс. га (9,3 %), переходные – 53,1 тыс. га (4,8 %), низинные – 175,0 тыс. га (15,8 %). Среди этой площади доля зарастающих болот (редколесий) составляет 33,8 %, стабильные открытые болота с естественной и слабонарушенной структурой и видовым составом занимают площадь 218,5 тыс. га. В целом древесная растительность присутствует на 66,4 % площадь естественных болот и заболоченных земель.

На площади 229,4 тыс. га выявлены наиболее ценные с природоохранной точки зрения растительные сообщества, в т.ч. пушистоберезово-сосновые с ольхой черной осоково-гигрофитно-травяно-гипново-сфагновые на болотах богатого минерального питания – 10,9 тыс. га (1,0 %); открытые (нелесные) болота – 218,5 тыс. га (19,7 %).

Площадь нарушенных торфяников в границах объектов исследований составляет 323,7 тыс. га (29,3 %). На этих участках целесообразно проектировать мероприятия по восстановлению гидрологического режима. Вместе с тем, в ходе исследований выявлены земли, общей площадью 100 тыс. га (9,1 %), которые необходимо дополнительно обследовать, на предмет исключения из базы торфяного фонда. Это связано с тем, что при разработке базы данных недостаток сведений торфоразведки по наличию и мощности торфяной залежи, компенсировался применением данных ДЗЗ. Вследствие неизбежного перекрытия спектральных характеристик болот с характеристиками других угодий возникли неизбежные ошибки (прежде всего с культурными сенокосами и пастбищами, пойменными лугам).

### **Библиографические ссылки**

1. Бамбалов, Н.Н. Современное использование болот и торфяных месторождений Беларуси / Н.Н. Бамбалов, Н.И. Тановицкая // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны. Мат-лы междунар. науч.-практ. семинара. Минск, 30 сентября – 1 октября 2009 г. – Минск: Право и экономика, 2009. – С. 17-24.
2. Емельянова, Л.Г. Биogeографическое картографирование. Учебное пособие / Л.Г. Емельянова, Г.Н. Огуреева. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – 132 с.
3. Козулин, А.В. Современное состояние торфяников Беларуси / А.В. Козулин, Н.И. Тановицкая // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: мат-лы III Междунар. науч. семинара (26–28 сентября 2018 г., Минск–Гродно, Беларусь). – Минск, 2018. – С. 65–71.
4. Об охране и использовании торфяников. Закон Республики Беларусь № 272-3 от 18 декабря 2019 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 2/2710 от 27.12.2019. – 25 с.
5. Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М.: Российская программа Междунар. бюро по сохранению водно-болотных угодий, 2003. – 24 с.
6. Рабочие правила по оформлению плано-картографических материалов лесоустройства (технология Formod). Мин-во лесного хоз-ва Республики Беларусь, 2010. – 54 с. (рукопись)
7. Картографирование торфяных болот Московской области по данным космической съемки высокого разрешения / А.А. Сири́н [и др.] // Лесоведение. – 2014. – № 5. – С. 65–71.

8. Углеродные кредиты и заболачивание деградированных торфяников. Климат – Биоразнообразие – Землепользование: теория и практика – уроки реализации пилотного проекта в Беларуси: [пер. с нем.] / ред.: Ф. Таннебергер, В. Вихтманн. – Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers, 2011. – XII, 221 с.

9. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адерихо. – Минск, 1979. – 248 с.

10. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Main report / F. Parish [et al.] (eds.) // Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International. – Wageningen, 2008. – 179 p.