

СТРУКТУРА БАЗЫ ГЕОДАННЫХ «ОЗЕРА БЕЛАРУСИ»

Суховило Н.Ю., Жуковская Н.В., Власов Б.П., Ковальчик Н.В.

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
vlasov@bsu.by*

С целью организации эффективного хранения данных наблюдений, результатов анализа гидрохимических, гидробиологических, геохимических проб, палеогеографической информации на озерах Беларуси, выполнения пространственного анализа и геоинформационного моделирования разработана база геоданных «Озера Беларуси». Она включает в себя векторную пространственную основу, данные о границах водосборных территорий, пунктах отбора проб, термическом режиме и химическом составе вод, численности и биомассе гидробионтов, информацию о батиметрии озер и местоположении метеостанций. Созданная в среде ArcGIS база геоданных позволяет не только осуществлять сбор и хранение данных, но и проводить геоинформационный анализ и моделирование озерных процессов.

Ключевые слова: озеро, база геоданных, геоинформационные системы, пространственный анализ, мониторинг.

Введение. Комплексное управление водными ресурсами Беларуси ведется на основе бассейнового принципа, который направлен на создание условий для рационального использования и охраны водных объектов, сохранение и улучшение состояния водных экосистем [1]. Комплекс морфометрических, гидродинамических, гидрохимических, гидробиологических, геохимических показателей озер, а также набор климатических данных позволяют не только выявлять происходящие изменения характеристик, но и выступают основой для управления озерными экосистемами.

Материалы и методы исследований. За период исследований на озерах Беларуси (1948-2022 гг.) в НИЛ озераведения накоплен обширный фактический материал по характеристикам озер и их водосборов. Всего за указанный период было обследовано более 600 озер, отличающихся по генетическим типам, морфометрии котловин, составу воды, характеру донных отложений, видовому составу и структуре сообществ гидробионтов. С целью организации эффективного хранения данных, выполнения пространственного анализа и геоинформационного моделирования была разработана база геоданных «Озера Беларуси».

Технологическим решением стала файловая база геоданных (БГД) ESRI, которая хранит географические наборы данных различных типов в общей папке файловой системы. База геоданных имеет всестороннюю информационную модель для отображения и управления географической информацией и состоит из семи системных таблиц и пользовательских данных. Последние могут храниться в следующих типах: класс пространственных объектов, набор растровых данных, таблица (непространственная), набор пространственных данных и др.

Результаты и их обсуждение. Структура БГД разработана на основе приложения ГИС ArcGIS 10.4 – ArcCatalog (рисунок 1). В качестве базовой принята географическая система координат WGS 1984.

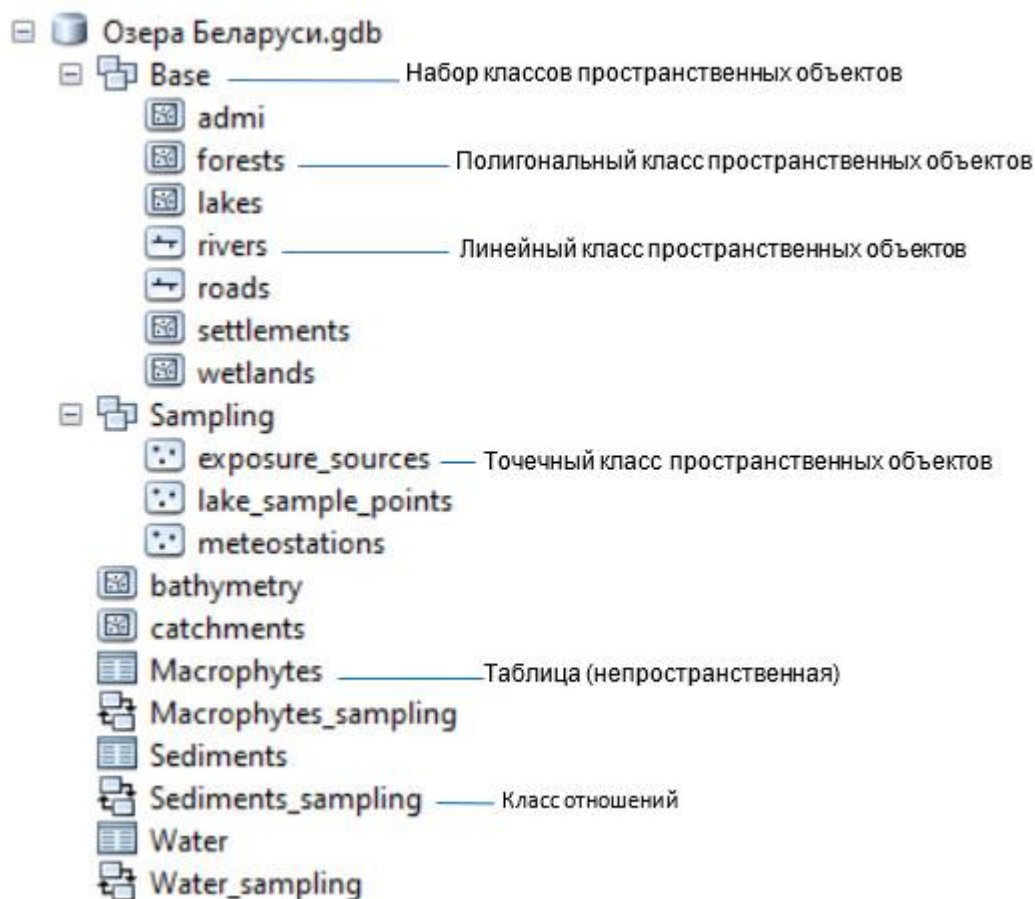


Рисунок 1 – Общая структура базы геоданных «Озера Беларуси»

Файловая база геоданных включает векторную пространственную основу, данные о границах водосборных территорий и источниках воздействия на водные объекты, пунктах отбора проб, термическом режиме и химическом составе вод, содержании химических элементов в макрофитах и донных отложениях, численности и биомассе гидробионтов, информацию о батиметрии озер и местоположении метеостанций.

Векторная пространственная основа создана на основе данных OpenStreetMap [2], представлена набором классов пространственных объектов «Base» и содержит следующие классы: «admi» – границы Республики Беларусь, областей и районов; «settlements» – населенные пункты; «roads» – дороги; «rivers» – реки и каналы; «lakes» – озера и водохранилища; «forests» – леса, «wetlands» – болота.

Точечные классы пространственных объектов («lake_sample_points», «meteostations», «exposure_sources»), образующие набор классов «Sampling», содержат информацию о пунктах отбора проб воды, фито- и зоопланктона, зообентоса на акваториях водоемов, донных осадков и высших водных растений и др. (рисунок 2). В атрибутивную таблицу классов занесены названия объектов, их краткие описания и ключевое поле «N_lake» с уникальным номером озера.

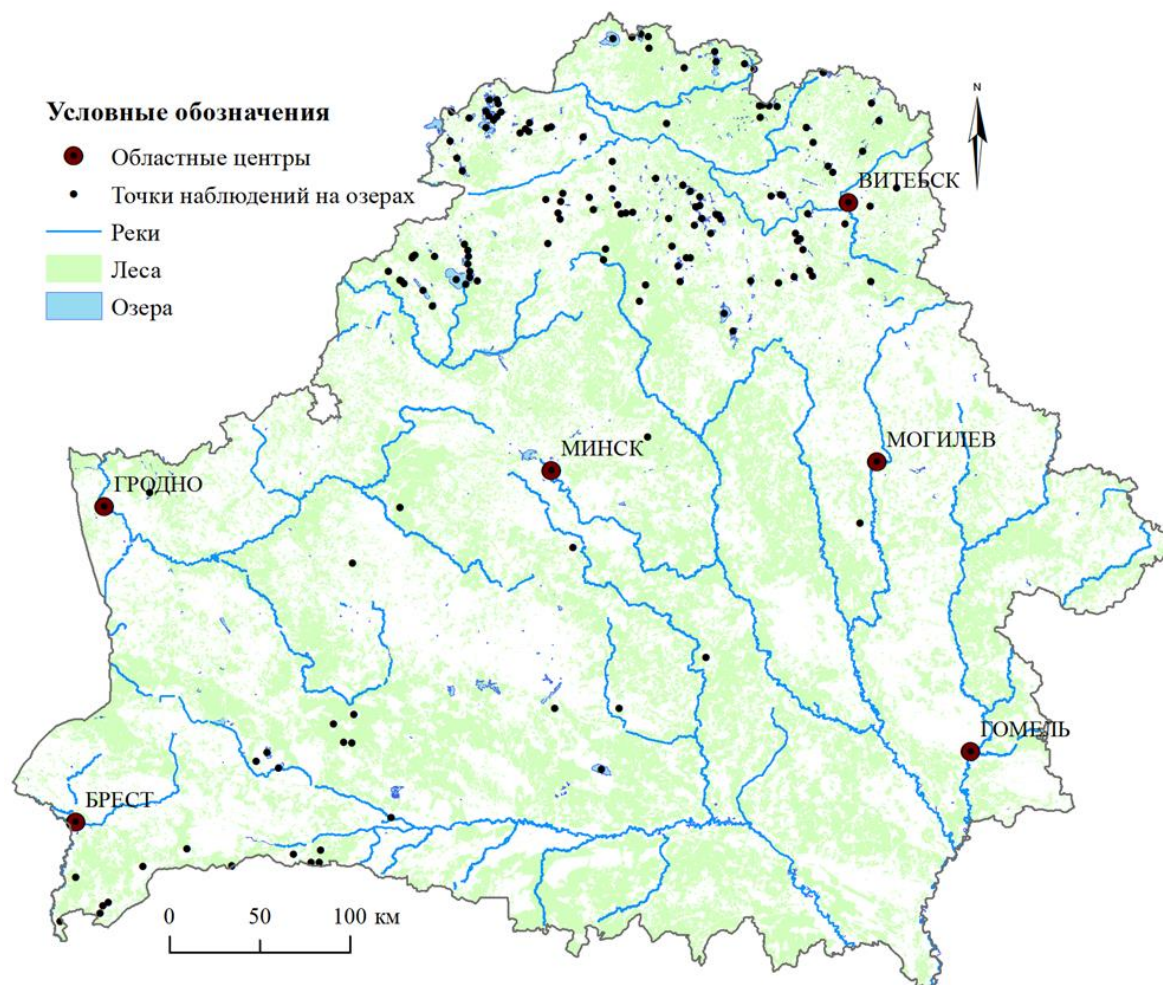


Рисунок 2 – Картосхема расположения пунктов наблюдения на озерах Беларуси

Полигональные классы пространственных объектов «bathymetry» и «catchments» содержат информацию о батиметрии озер и границах водосборных территорий соответственно. Выделение границ водосборных бассейнов производилось на основе цифровой модели высот SRTM в среде ArcGIS 10.4 с помощью линейки инструментов «Гидрология» модуля пространственного анализа Spatial Analyst. В атрибутивные поля слоя «catchments» внесена информация о площади водосборов, показателях лесистости, заболоченности, сельскохозяйственной и мелиоративной освоенности.

Данные, касающиеся истории развития и морфометрии озер, термодинамических, гидрохимических, геохимических гидробиологических и других характеристик сгруппированы в виде таблиц. Для связи таблиц и векторного набора данных «lake_sample_points» были созданы классы отношений («Macrophytes_sampling», «Sediments_sampling», «Water_sampling»). Классы отношений являются простыми, ключевым полем выступает N_lake (кадастровый номер озера), кардинальность отношений: один ко многим.

База геоданных является составляющей геоинформационной системы и позволяет не только осуществлять сбор и хранение данных, но и выполнять операции геоинформационного анализа: выборку объектов по атрибутам или пространственному положению, статистическую обработку данных и их классификацию, тематическое наложение слоев для выявления естественно-природных и техногенных факторов, определяющих содержание химических элементов в компонентах водной экосистемы и др.

Так, с помощью пространственного анализа взаимосвязей между структурой водосборов и химическим составом воды в озерах выявлена обратная зависимость между лесистостью водосборов и средней минерализацией озерных вод: для озер с лесистостью водосборов 80-100 % средняя минерализация вод составляет 113 мг/дм³, озер с лесистостью водосборов 40-59,9 % – 173 мг/дм³, озер с минимальной лесистостью водосборов (0-19,9 %) средняя минерализация вод достигает 213 мг/дм³.

Проанализирована дифференциация содержания металлов в высшей водной растительности озер Беларуси по данным мониторинга [4]. Геопространственный анализ показал различия в накоплении Mn, Cu, Pb макрофитами озер разных водосборных бассейнов. Установлены статистически значимые различия по содержанию Mn и Cu в тканях растений озер разной трофности, наименьшие концентрации Mn характерны для мезотрофных озер с признаками олиготрофии [3].

Заключение. На основе разработанной базы геоданных подготовлен геоинформационный проект в формате документа карты «.mxd», предназначенный для использования в настольных продуктах ArcGIS. Данный проект предполагается использовать на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы – от планирования полевых исследований и уточнения методики измерений гидрофизических и гидрохимических параметров, отбора проб воды, растений и донных осадков до создания конечных картографических продуктов в виде цифровых карт и выявления пространственных закономерностей изменения лимнических показателей на основе геоинформационного анализа.

Библиографические ссылки

1. Водный кодекс Республики Беларусь: Закон Респ. Беларусь, 30 апреля 2014 г. N 149-З // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
2. Данные OSM в формате shape-файлов // Download OpenStreetMap data for this region: Europe [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://download.geofabrik.de>.
3. Жуковская, Н.В., Ковальчик, Н.В., Власов, Б.П., Моленда, Т. Spatial variations of trace elements contents in macrophytes within Belarusian lakes // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология, 2, С. 40-51.
4. Рысюкевич, Е.А., Трыханкина, Е.К., Жуковская, Н.В., Ковальчик, Н.В. Структура базы геоданных «Содержание тяжелых металлов в высшей водной растительности рек и озер Беларуси» // ГИС-технологии в науках о Земле-2018: материалы Республ. научно-практ. семинара. – Минск: Изд. центр БГУ, 2018. – С. 53-59.