

Филатов Н.Н.¹, Богданова М.С., Дерусова О.В., Литвиненко А.В., Толстикова А.В.

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается опыт разработки и создания ГИС, информационно-справочных систем, баз данных и атласов для водных объектов Республики Карелия и Севера Европейской части России. Для России при интенсивном использовании природных ресурсов: нефти, газа, леса, водных систем необходима разработка геоинформационных систем, позволяющих оценивать состояние территорий в интересах планирования, их использования для промышленности, строительства, сельского хозяйства, рекреации.

Цель создания информационно-справочных систем, баз данных, ГИС, атласов – использование их для планирования хозяйственной деятельности, обеспечения фундаментальных исследований, прогноза влияния климатических и антропогенных изменений на экосистемы, а также в образовании. Были выполнены надежные инвентаризационные работы с созданием электронных реестров, позволяющих оценить современный водоресурсный потенциал региона. Эта задача является актуальной как в целом для России, так и для самого озерного региона страны – Республики Карелия. Разработаны информационно-справочные системы (ИСС) для водных объектов Республики Карелия, а также для Белого моря, в которых были заложены элементы ГИС, современные цифровые карты регионов. ГИС для Белого моря представляет собой сетевой ресурс, созданный для работы в ГИС. Для системы разработан специальный ГИС-браузер, который обеспечивал прием затребованных файлов геопроектов и последующую их обработку в автономном режиме клиентом ИСС. Созданные в ИВПС КарНЦ РАН, специализированные ГИС и базы данных направлены на решение практических задач, связанных с управлением водными ресурсами, их охраной и рациональным водопользованием. Созданные информационные ресурсы могут стать прототипами подобных информационных продуктов для других регионов РФ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Республика Карелия, водосбор Белого моря, водные объекты, водные ресурсы, тематические ГИС, базы данных.

Nikolay N. Filatov², Maria S. Bogdanova, Olga V. Derusova, Aleksandr V. Litvinenko, Andrey V. Tolstikov

DEVELOPMENT OF GEOINFORMATION SYSTEMS OF WATER OBJECTS OF THE NORTHERN EUROPEAN PART OF RUSSIA

ABSTRACT

The article considers the experience of development and creation of GIS, information and reference systems, databases and atlases for water objects of the Republic of Karelia and the

¹ Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», пр. А. Невского, д. 50, 183030, Петрозаводск, Россия, чл.-корр. РАН, e-mail: nfilatov@rambler.ru

² Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, A. Nevsky pr., 50, 183030, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, RAS Corr. Fellow, e-mail: nfilatov@rambler.ru

North of the European part of Russia. It is necessary to develop geoinformation systems due to intensive use of natural resources: oil, gas, forest, water systems in Russian Federation that allow assessing the state of the territories in the interests of planning, their use for industry, construction, agriculture, recreation. The purpose of creating information and reference systems, databases, GIS, atlases is to use them to target economic activities, provide basic research, predict the impact of climatic and anthropogenic changes on ecosystems, and also to use it in education. We carried out reliable inventory work with the creation of electronic registers, which allow us to assess the current water-resource potential of the region. This task is actual both for Russia as a whole and for the lake region of the country – the Republic of Karelia. Information and reference systems (IRS) for water objects of the Republic of Karelia, as well as for the White Sea, in which include GIS elements were created, modern digital maps of regions were developed. GIS for the White Sea is a network resource created to work in GIS. A special GIS browser was developed for the system, which provided the receipt of the requested geo-project files and their subsequent processing in an autonomous mode by the ISS client. The specialized GIS and databases created in the NWPI of the KarRC RAS are aimed at solving practical problems related to water resources management, their protection and rational water use. The created information resources can become prototypes of similar information products for other regions of the Russian Federation.

KEYWORDS: Republic of Karelia, Watershed of the White Sea, water objects, water resources, thematic GIS, databases.

ВВЕДЕНИЕ

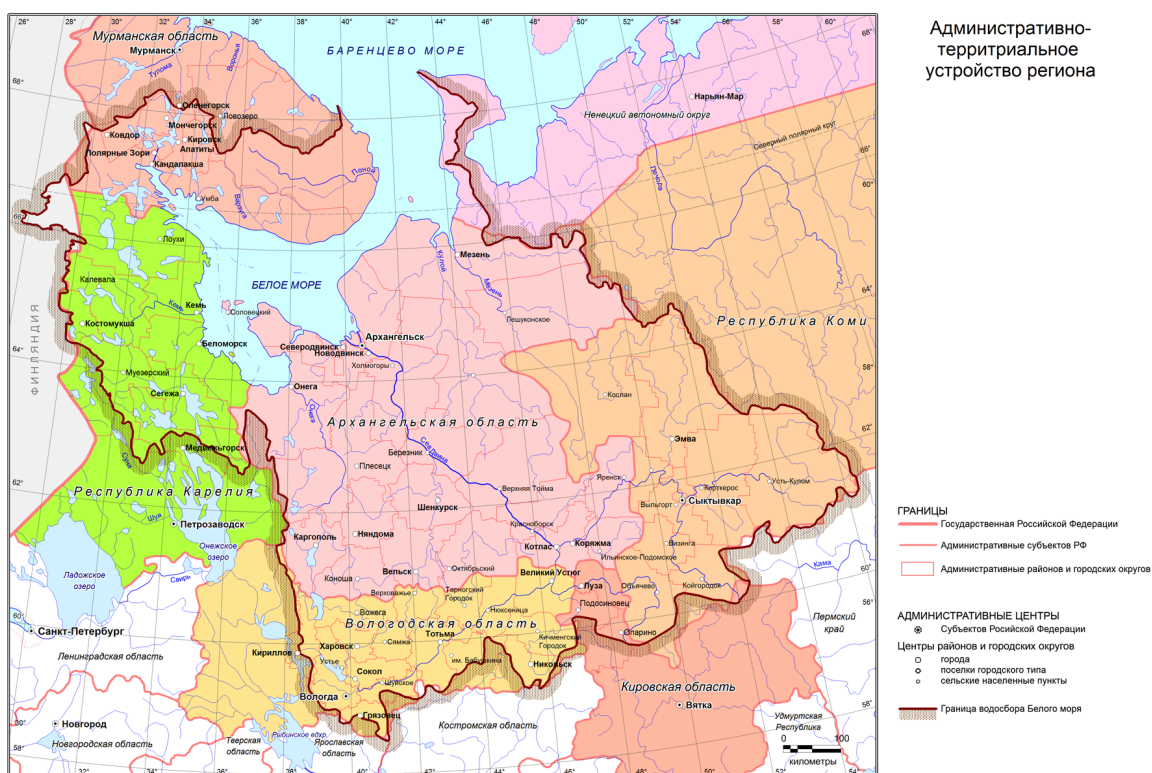


Рис. 1. Административно-территориальное устройство Севера Европейской части РФ. Водосбор Белого моря
Fig. 1. Administrative-territorial structure of the North of the European part of the Russian Federation. Watershed of the White Sea

В современных экономических условиях России при интенсивном использовании природных ресурсов: нефти, газа, леса, водных систем необходима разработка геоинформационных систем, позволяющих оценивать состояние территорий в интересах планирования, их использования для промышленности, строительства, сельского хозяйства, рекреации и т. д.

Проблемы использования и сохранения водных ресурсов Севера Европейской части России (ЕЧР), одного из самых богатых пресными водными ресурсами региона Российской Федерации, являются чрезвычайно актуальными в связи с тем, что эти ресурсы используются для питьевого и промышленного водоснабжения.

В настоящей статье рассмотрен опыт создания геоинформационных систем и баз данных, разработанных в Институте водных проблем Севера КарНЦ РАН для Республики Карелия и бассейна Белого моря, включающего такие субъекты РФ, как Мурманская, Архангельская, Вологодская области, Республики Карелия и Коми (рис. 1). Площадь этих регионов составляет почти 1,5 тыс. км².

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ГИС «Север»

Одной из первых геоинформационных систем для Севера Европейской части России была ГИС «Север», которая планировалась в качестве компонента единой системы ГИС органов государственной власти (ГИС ОГВ). ГИС «Север» создавалась по Постановлению правительства России организацией «Росгеоинформ» Федеральной службы Роскартография [Палло, Каминский, 1994]. При этом как основное требование для ГИС ОГВ предъявлялось к описанию структуры исходных данных и содержанию выходной информации.

На основе общих подходов планировалось создать ГИС так называемой «экологической направленности», которые были разработаны для ряда (порядка 15) субъектов РФ. Эти «экологические» ГИС должны были решать две главные задачи: обеспечение Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) и ведение Комплексного территориального кадастра природных ресурсов. Для ГИС экологической направленности, осуществляющих информационную поддержку природоохранной деятельности на уровне субъекта Федерации, использовались в качестве основы данные государственной статистики (формы 2-ТП-водхоз, 2-ТП-воздух и др.), что должно было обеспечить единую начальную платформу для создаваемых систем. Привязка этих данных, как и данных о других тематических слоях, осуществлялась в основном для субъектов Федерации. В то же время для специализированных ГИС, например для водных объектов, такая привязка должна осуществляться для водосборов. Поэтому при создании ГИС, которые включали базы данных для субъектов Федерации и водосборов, требовались специальные подходы для гармонизации разнородных данных.

Большие сложности при создании комплексных экологических ГИС связаны также с различиями в структуре (стандартах) баз данных (БД), природных особенностей регионов. При разработке ГИС «Север» учитывался международный опыт создания экологических ГИС и банков данных и предусматривалась возможность интеграции их в Международные программы, такие, как CORINE, BGIS и GRID, что давало возможность решать задачи как на глобальном, так и региональном уровнях. Для ГИС «Север» широко использовались карты масштаба 1 : 1 000 000, которые охватывали достаточно большие части исследуемых субъектов РФ. В ГИС «Север» для территории Карелии представлена информация о закислении почв, выбросах в атмосферу серосодержащих соединений промышленными предприятиями, распространении загрязнений от предприятий. Кроме этого, представлены данные о водопотреблении и водопользовании в республике, показаны современные границы водосборов.

Основной проект ГИС «Север» передан администрации Республики Карелия для дальнейшего использования органами управления, научными и другими организациями, занимающимися изучением окружающей среды. Созданная в 1990-х гг. ГИС «Север» в дальнейшем не обновлялась, не было создано новых тематических слоев, что не позволяло в полной мере использовать ее для решения социальных, экологических и экономических задач регионов.

Применение ГИС-технологий при создании атласа «Белое море и водосбор»

При освоении ресурсов Арктики возрастает интерес к Белому морю и его водосбору как важному региону для развития водного и наземного транспорта, прокладки трубопроводов, при добыче биоресурсов, развитии туризма, рекреации и т. д. [Российская Арктика, 2014]. Однако реальную изученность океанологических характеристик и процессов нельзя признать равномерной и полной. За более чем столетнюю историю исследований Белого моря созданы базы данных, накоплены знания, которые в целом достаточны для решения задач современной морской деятельности. Вместе с тем выявляются значительные различия и пробелы в изученности морских экосистем на разных уровнях их организации. Беломорье (Белое море и водосбор) можно рассматривать как модель регионов Арктики, т. е. объект для калибровки и верификации разрабатываемых информационных систем, атласов, математических моделей, для оценки изменений и прогноза влияния климатических изменений на экосистемы, разработки моделей социо-эколого-экономических систем, а также систем поддержки принятия управленческих решений. Актуальной задачей для Арктической зоны РФ является оценка ресурсов и изменений экосистем при активизации хозяйства, климатических изменениях.

В ИВПС КарНЦ РАН имеется многолетний опыт изучения как акватории, так и водосбора Белого моря. Полученные исследования обобщены в коллективных монографиях, а также в созданных на основе ГИС-технологий комплексных электронных и бумажных атласах [Белое море..., 2007; Филатов и др., 2014].

Первая информационно-справочная система (ИСС) для Белого моря была разработана в [Растоскуев и др., 2002; Белое море..., 2007]. Она представляет собой сетевой ресурс, созданный для работы в ArcView GIS. Система нуждалась в предварительной настройке программного обеспечения, необходимые данные (файлы тематических слоев карт, графические файлы, текстовые файлы) загружались по запросу с помощью ГИС-сервера. Для системы был разработан специальный ГИС-браузер, который обеспечивал прием затребованных файлов геопроектов и последующую их обработку в автономном режиме клиентом ИСС.

Работы по созданию Атласа «Белое море и водосбор» проходили в два этапа. На первом этапе была разработана электронная версия атласа [Филатов и др., 2014], на втором – подготовлен оригинал-макет его бумажной версии (рис. 2).

Все работы, связанные с подготовкой картографических материалов, осуществлялись в среде программного обеспечения ГИС MapInfo Professional 12.5. В процессе создания тематических карт были использованы слои цифровой топографической карты масштаба 1 : 1 000 000, полученной в Федеральном картографическом фонде, разгруженные по объектному составу и генерализованные до необходимого масштаба. Карты водосбора представлены в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, а карты акватории Белого моря – в нормально-цилиндрической проекции Меркатора (WGS84). Общее количество тематических карт в атласе – 50, из них в блоке «Водосбор» – 29 и в блоке «Белое море» – 21, а также 36 картосхем. К каждой карте имеется пояснительная записка, в том числе с дополнительными рисунками и графиками.

Материалы Атласа обобщены в картографическую базу данных в ГИС MapInfo «Атлас Белое море и водосбор», которая включает тематические слои, атрибутивные данные, растровые изображения и текстовые файлы. Структура картографической базы данных «Атлас Белое море и водосбор» представлена на рис. 3.

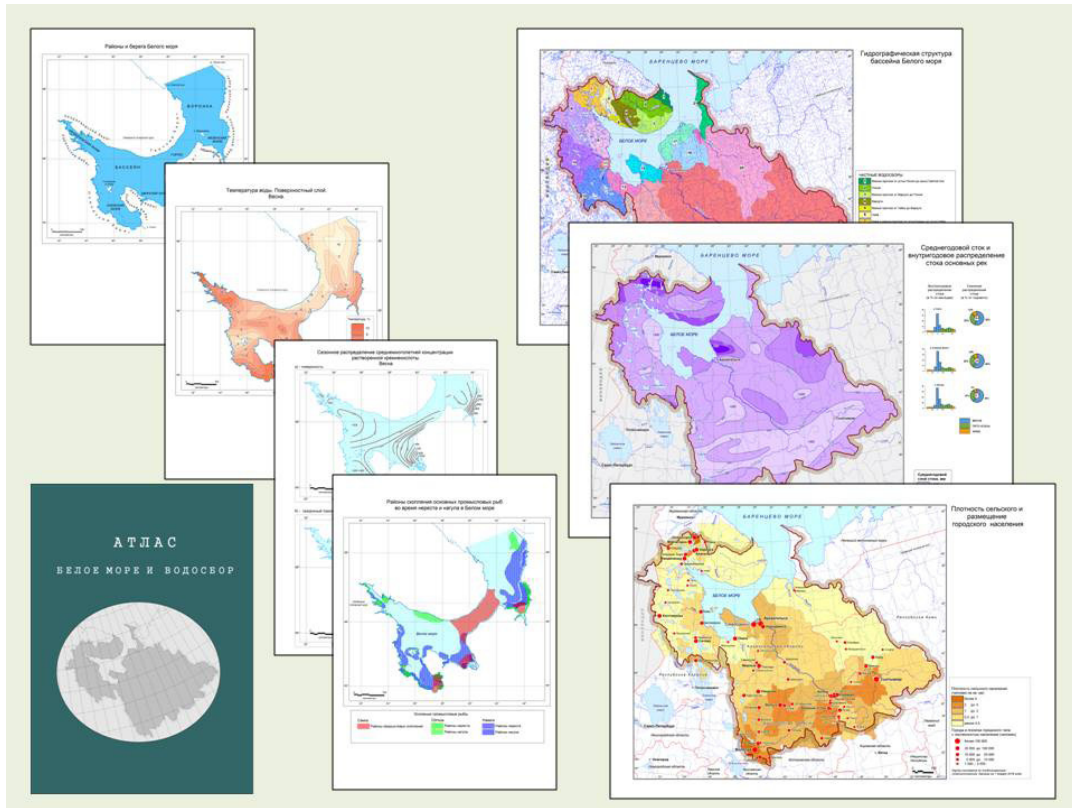


Рис. 2. Карты из разделов оригинал-макета Атласа «Белое море и водосбор»
Fig. 2. Maps from sections of the master layout of the Atlas "The White Sea and the catchment"



Рис. 3. Структура картографической базы данных «Атлас Белое море и водосбор»
Fig. 3. The structure of the map of data base "Atlas of the White Sea and the catchment"

Картографическая база данных «Атлас Белое море и водосбор» состоит из двух крупных блоков – «Водосбор» и «Белое море». Каждый блок состоит из нескольких подразделов, содержащих тематическую информацию. В блоке «Водосбор» информация разделена на два подраздела – «Природа» (содержит картографический материал и пояснительную информацию по геологии, климату, поверхностным водам, ландшафтам, болотам, особо охраняемым природным территориям) и «Социально-экономические особенности водосбора» (информация об административном устройстве территории, населении, промышленности и транспорте, а также об экологической ситуации и антропогенном воздействии на водосборе).

Блок «Белое море» включает следующие подразделы: «История формирования котловины моря» (на основе палеорекоконструкций); «Гидрология и гидрофизика» (информация о свойствах водных масс, течениях и т. п.); «Гидрохимия», «Гидробиология», а также подраздел «Археологические памятники Беломорья».

При наполнении картографической базы данных также были использованы материалы наших коллег из других организаций: П.В. Дружинина и М.В. Морошкиной (Институт экономики КарНЦ РАН); Н.В. Лобановой (Институт языка, литературы и истории КарНЦ РАН); И.А. Чернова (Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН); Д.Д. Бадюгова (МГУ им. Ломоносова) и других.

ГИС «Водные объекты и водохозяйственный комплекс Республики Карелия»

Специфика гидрографической сети Карелии создает большие сложности для их учета, оценки и подготовки различных реестров и кадастров водных объектов. Для выполнения инвентаризационных работ требуется применение новых геоинформационных технологий, в которых представлена современная картографическая информация в цифровом виде, сопряженная с электронной базой данных, которую можно постоянно обновлять и пополнять. На первом этапе выполнены надежные инвентаризационные работы с созданием электронных реестров, позволяющих оценить современный водоресурсный потенциал региона [Филатов и др., 2014]. Причем эта задача является актуальной как в целом для России, так и для самого озерного региона страны – Республики Карелия.

По современным данным, общее число рек (включая Карельский перешеек) составляет 26,7 тыс. Суммарная их протяженность – 83 тыс. км, но 95 % из них – это водотоки длиной менее 10 км. Только 30 рек имеют длину более 100 км [Ресурсы..., 1972]. Основными структурными элементами гидрографической сети Карелии являются водоемы (озера и водохранилища), во многом определяющие специфику водных систем республики [Гашева, 1967]. На территории республики насчитывается 61,1 тыс. озер суммарной площадью около 18 тыс. км², а также 40 % акватории Ладожского и 80 % – Онежского озер, самых крупных пресноводных водоемов Европы. Озерность территории составляет 12 %, а с учетом карельских частей Онежского и Ладожского озер достигает 21 %, является одной из самых высоких в мире.

В ИВПС КарНЦ РАН разработаны ГИС водных объектов, гидротехнических сооружений, водохозяйственного комплекса Карелии.

ГИС «Водные объекты Республики Карелия» представляет собой картографическую базу данных, содержащую сведения по водным объектам Республики Карелии: водоемам, водотокам, а также речным бассейнам первого и второго порядка. Таблица «Водосборные бассейны» содержит информацию по 5 водосборным бассейнам 1-го порядка: Белое море, Каспийское море, Ботнический залив, Онежское озеро, Ладожское озеро, а также по 19 водосборным бассейнам 2-го порядка. Для водных объектов в таблицах «Водоемы» и «Водотоки» была разработана система уникальных кодов, которая позволила

идентифицировать 3524 озера и 2069 рек на карте масштаба 1 : 1 000 000. Структура таблиц по водным объектам включает информацию о кадастровом номере, морфометрии (площади озера, длине береговой линии, глубине, длине реки и т. п.), водоохранных зонах, прибрежных защитных полосах и категориях рыбохозяйственной значимости [Богданова и др., 2014]. Все таблицы базы данных связаны между собой общими ключевыми полями, благодаря этому реализуется работа по выполнению запросов, созданию выборок, графиков и тематических карт.

ГИС «Водные объекты Республики Карелия», а также созданные в ней картографические материалы использовались при создании «Атласа Онежского озера», «Справочника озера Карелии» и других научных изданий [см. Филатов и др., 2014].

ГИС «Водные объекты Республики Карелия» связана с базой данных «Водохозяйственный комплекс Республики Карелия».

База данных «Водохозяйственный комплекс Республики Карелия» представляет собой серию электронных таблиц, содержащих сведения по использованию водных объектов Республики Карелии: водохозяйственным участкам, организациям-водопользователям, разрешительным документам водопользователей, забору воды, сбросу сточных воды, гидроэнергетике, рекреации, водному транспорту. Для осуществления связи между таблицами была разработана система индексных полей – код района, код населенного пункта, код водного объекта. Каждому водопользователю для идентификации был присвоен уникальный семизначный код, который складывается из кода района, кода населенного пункта и номера водопотребителя [Богданова и др., 2014]. База данных формируется для отдельного года. В настоящее время созданы базы по 2000, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 гг., что дает возможность анализировать динамику водопотребления и водоотведения, влияния на качество природных вод и т. д. Все таблицы базы данных связаны между собой общими ключевыми полями, а также с данными ГИС «Водные объекты Республики Карелия». Для работы с базой данных разработана система запросов (рис. 4).



Рис. 4. Структура запросов в ГИС
Fig. 4. The structure of requests in GIS

ГИС «Современное состояние водных ресурсов Республики Карелия»

В настоящее время разработана новая ГИС «Современное состояние водных ресурсов Республики Карелии», в структуру которой входят шесть блоков: «Водосборы», «Водные объекты», «Водопользователи», «Ресурсы подземных вод», «Объекты изучения подземных вод», «Административно-территориальное устройство», содержащие картографическую и атрибутивную информацию (рис. 5).

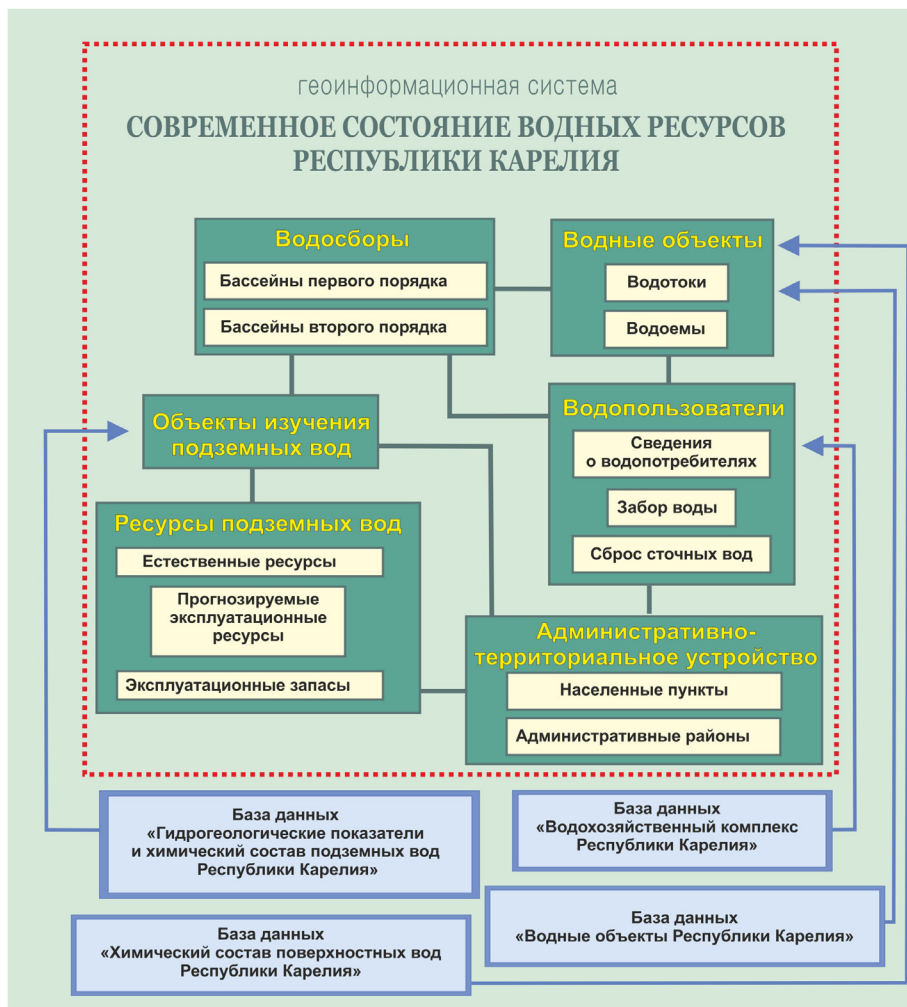


Рис. 5. Структура ГИС «Современное состояние водных ресурсов Республики Карелия»
Fig. 5. GIS structure "Current state of water resources of the Republic of Karelia"

Основная цель этой ГИС – обеспечивать процессы формирования, ведения и представления данных по использованию водных ресурсов Республики Карелия, включая:

- систематизацию существующей информации о водных ресурсах и водных объектах;
- объективную оценку состояния водных объектов по качественным и количественным показателям;
- оценку ресурсного потенциала подземных вод;
- анализ водопотребления и водоотведения и т. д.

В качестве базового программного средства ГИС использовалась лицензионная версия MapInfo 12.5, а также Access 2013. Для удобной работы с ГИС разработана система запросов, которая позволяет оперативно получать необходимую информацию, формиру-

вать нужные выборки данных за отдельный год или в динамике по годам, создавать отчеты и тематические карты. Все запросы для ГИС находятся в «Библиотеке запросов» и с легкостью могут быть загружены пользователем ГИС через меню «Запрос» в стандартном окне MapInfo 12.5. ГИС «Современное состояние водных ресурсов Республики Карелия» может быть использована в работе министерств, ведомств и других организаций, связанных с вопросами учета, рационального использования и охраны водных ресурсов. В дальнейшем ГИС будет совершенствоваться и дополняться новыми данными и функциями.

Опыт создания ГИС «Водные объекты на территории Республики Карелия» как подсистемы Единой географической информационной системы Республики Карелия (ЕГИС)

Специализированная автоматизированная система ГИС «Водные объекты на территории Республики Карелия» создана с применением современных геоинформационных технологий, цифровых карт масштаба 1 : 1 000 000. Работа выполнена в 2009 г. по заказу Министерства природных ресурсов РК для совершенствования систем управления ресурсами водных объектов региона и для решения фундаментальных научных задач. Институтом водных проблем Севера (ИВПС КарНЦ РАН) совместно с коллегами из отдела ГИС-технологий Петрозаводского государственного университета по заданию Министерства природных ресурсов по РК была выполнена работа по созданию подсистемы «Водные объекты на территории Республики Карелия», которая входит в Единую географическую информационную систему Республики Карелия (ЕГИС). Структура ГИС «Водные объекты Республики Карелия» состоит из нескольких цифровых картографических баз данных: «Водосборные бассейны РК», «Водоемы МПР», «Водотоки МПР», «Водохозяйственные участки», «Водопользователи РК», «Разрешительные документы водопользователей РК», «Гидроэнергетика РК», «Водозабор РК», «Водосброс РК», «Водный транспорт РК», «Рекреация РК», «Координаты водных объектов РК», содержащих картографическую и атрибутивную информацию. Все базы данных в ГИС связаны между собой кодификатором, это обеспечивает возможность оперативно работать с информацией по средствам запросов, а также создавать различные тематические карты. В ГИС «Водные объекты» разработана система запросов на получение информации:

В ГИС предусмотрено редактирование и добавление тематической информации с помощью интерфейсных форм и диалогов пользователя. Созданная геоинформационная система «Водные объекты на территории Республики Карелия» используется в настоящее время для информационно-картографического обеспечения деятельности Министерства природопользования и экологии Республики Карелия, а также заинтересованных ведомств и может быть использована как прототип для других регионов.

При создании ГИС были решены следующие задачи:

- разработано прикладное программное обеспечение для формирования информации по водным объектам, водопользователям и гидротехническим сооружениям на территории Республики Карелия;
- сформирована цифровая картографическая база данных, содержащая картографическую и атрибутивную информацию по водным объектам, водопользователям и гидротехническим сооружениям (ГТС) на территории РК;
- разработана структура базы данных и справочников;
- разработана организационно-технологическая схема для актуализации цифровых картографических и атрибутивных данных по водному фонду РК с необходимой периодичностью;
- разработан регламент информационного обмена между специальной ГИС «Водные объекты на территории Республики Карелия» и ЕГИС РК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Для регионов Севера ЕЧР было создано несколько специализированных геоинформационных систем водных объектов и водных ресурсов.
- Создана ГИС «Современное состояние водных ресурсов Республики Карелия».
- Для Белого моря и его водосбора разработана комплексная картографическая база данных, электронная и печатная версии общегеографического атласа, который представляет комплексную работу, дающую актуальные сведения о природе, социально экономической ситуации, населении, памятниках культуры и других характеристиках водосбора и современные сведения об океанографических характеристиках моря.
- Созданные ГИС водных ресурсов Республики Карелия были использованы для обеспечения практической деятельности Министерств и ведомств (Минприроды РК, Минэкономики РК) для ведения хозяйственной деятельности.
- Эти БД и ГИС необходимы для планирования экономической деятельности, развития туризма, рекреации, проектирования объектов экономики, ООПТ, для образовательной деятельности, а также для принятия управленческих решений.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена по Госзаданию ИВПС КарНЦ РАН. Тема: «Закономерности изменений экосистем Белого моря при интенсификации освоения Арктической зоны региона и под влиянием изменений климата», № госрегистрации АААА-А18-118032290034-5.

Авторы благодарят коллег из Институтов Экономики, Биологии, Геологии, Леса, Истории, языка и литературы, Прикладных математических исследований КарНЦ РАН, а также Географического факультета МГУ им. Ломоносова, ИО РАН, вместе с которыми был создан ряд тематических слоев ГИС Атласа «Белое море и водосбор».

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out in accordance with the State Project of the Northern Water Problems Institute of KarRC RAS. The theme: "Regularities of changes in the ecosystems of the White Sea in the intensification of development of the Arctic zone of the region and under the influence of climate change", No АААА-А18-118032290034-5.

The authors are grateful to the colleagues from the Institutes of Economics, Biology, Geology, Forest, History, Language and Literature, Applied Mathematics of KarRC RAS, as well as the Faculty of Geography of Moscow State University, Oceanology Institute of RAS, together with which a number of thematic layers of the GIS Atlas of the White Sea and the catchment area were created.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белое море и водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Ред. Н. Филатов, А. Тержевик. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 349 с.
2. Богданова М.С., Литвиненко А.В., Филатов Н.Н. ГИС «Водные объекты Республики Карелия» как инструмент для решения задач управления водными ресурсами и их использования // «Экология. Экономика. Информатика». Сборник статей. Т. 2. Ростов-на-Дону, 2014. С. 45–49.
3. Гашева В.Ф. Некоторые особенности гидрографии КАССР. Сборник работ Ленинградской гидрометеообсерватории. 1967. Вып. 4. С. 103–114.
4. Палло Л.Г., Каминский В.И. ГИС–Север // ГИС-обозрение. М.: Росгеоинформ, 1994. 12 с.

5. *Растоскуев В.В., Донченко В.К., Филатов Н.Н.* Разработка экоиформационной системы «Белое море» // *Материалы Междунар. конф. «Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения». ИЭПС. Архангельск, 2002. С. 772–773.*
6. *Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Ч. 1. Л., 1972. 528 с.*
7. *Российская Арктика: современная парадигма развития / Под ред. акад. А.И. Татаркина. СПб.: Нестор-История, 2014 г. 844 с.*
8. *Филатов Н.Н., Толстиков А.В., Богданова М.С., Литвиненко А.В., Менишуткин В.В.* Создание информационной системы и электронного атласа по состоянию и использованию ресурсов Белого моря и его водосбора // *Арктика: экология и экономика. М., 2014. 3. С. 18–29.*

REFERENCES

1. *Bogdanova M.S., Litvinenko A.V., Filatov N.N.* GIS "Water objects of the Republic of Karelia" as a tool for solving problems of water resources management and their use. Rostov-on-Don, 2014. P. 45–49 (in Russian).
2. *Filatov N.N., Tolstikov A.V., Bogdanova M.S., Litvinenko A.V., Menshutkin V.V.* Creation of the information system and electronic atlas on the state and use of the resources of the White Sea and its watershed. *Arktika: ecology and the economy. Moscow, 2014. 3. P. 18–29 (in Russian).*
3. *Gasheva V.F.* Some features of hydrography of KASSR. *Sb. rabot Leningradskoy gidrometobservatorii. 1967. V. 4. P. 103–114 (in Russian).*
4. *Pallo L.G., Kaminsky V.I.* GIS – North. *Rosgeoinform. M.: GIS-review, 1994. 12 p. (in Russian).*
5. *Rastoskyev V.V., Donchenko V.K., Filatov N.N.* Development of the eco-information system "White Sea". *Materials of the International Conference "Ecology of the Northern Territories of Russia. Problems, the forecast of a situation, ways of development, decisions". IEEPS. Arkhangelsk, 2002. P. 772–773 (in Russian).*
6. *Russian Arctic: modern paradigma of development. Ed. by A.I. Tatarkin. SPb.: Nestor-Istoriya, 2014., 844 p. (in Russian).*
7. *Surface water resources. V. 2. Part. 1. L., 1972. 528 p. (in Russian).*
8. *White Sea and catchment under the influence of climatic and anthropogenic factors. Ed. N. Filatov, A. Terzhevnik. Petrozavodsk: KarNC RAN, 2007. 349 p. (in Russian).*