



УДК 913(470.44)+002:001+577.4

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ «НАУКА» В ГИС «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК» (на примере ГИС НП «Хвалынский»)

А. Н. Чумаченко, В. З. Макаров, В. А. Данилов

Саратовский государственный университет
E-mail: kohavi@yandex.ru

В статье рассмотрены концепция и методика создания специализированной природоохранной ГИС на примере НП «Хвалынский», выделены основные принципы ее успешной реализации. Приводятся структуры содержания и описание основных функциональных возможностей отдельного модуля специализированной ГИС «Наука», рассчитанного на научных сотрудников. Дается описание большого количества подмодулей специализированных научных исследований: «Доступность», «Нагрузка», «Снежный покров», «Лесник» и «Интерфейс», специально созданных для решения основной задачи модуля – мониторинга и долговременного изучения структуры и механизмов функционирования геозкосистем.

Ключевые слова: географические информационные системы, геоинформационное картографирование, национальный парк, природоохранный мониторинг, НП «Хвалынский».

Structure and the Module Content «Science» in GIS «National Park» (for Example, GIS NP «Khvalynsky»)

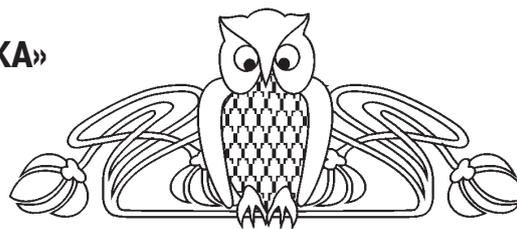
A. N. Chumachenko, V. Z. Makarov, V. A. Danilov

The article discusses the concept and methodology of creating specialized environmental GIS example, «NP Khvalynsky», and the main principles of its successful implementation. Provides the structure, content and describes the key features of individual modules specialized GIS – «Science», calculated on the academic staff. Describes and uses a large number of sub-modules of specialized research – «Availability», «load», «Snow cover», «Forester» and «interface» specifically designed to solve the main problem of the module – the long-term monitoring and study of the structure and workings of the geosystems.

Key words: geographic information systems, GIS mapping, national park, environmental monitoring, NP «Khvalynsky».

Как уже неоднократно отмечалось многими авторами, геоинформатика в настоящее время рассматривается как интегратор многих наук и технологий, оперирующих пространственно-координатными данными [1–3]. Таким образом, отличительной особенностью ГИС НП «Хвалынский» по сравнению с другими информационными системами является возможность не только разнообразного статистического, но и всестороннего пространственного анализа данных. В общем виде их суть заключается в сборе, обработке и выводе пространственных данных, с основным упором на их обработку, которая и определяет функциональность отдельных модулей геоинформационной системы.

Наличие отдельных функциональных модулей ГИС «Национальный парк» определяется раз-



личными задачами создания национального парка, определенными в Федеральном законе № 33, а также категориями и его Положением [4]. Так, основными задачами являются как сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков, историко-культурных объектов, так и создание условий для регулируемого туризма и отдыха в природных условиях.

Очевидно, основным назначением ГИС национальных парков должна быть информационная поддержка процесса принятия решений в системе управления национальным парком, а также обеспечение доступа различных групп пользователей ГИС к базам данных о его территории.

Исходя из общих представлений о геоинформационных системах [5] и опыта автора по их созданию [6, 7], следует выделить три основных принципа успешной реализации ГИС-проекта национального парка:

- модульность структуры;
- комплексность баз данных;
- универсальность функций.

Принцип модульности структуры ГИС обусловлен разносторонней деятельностью, проводимой национальным парком, и предполагает необходимость создания по крайней мере трех различных по функциональным возможностям и интерфейсу модулей ГИС. Условно первый модуль предназначен для посетителей парка с целью обеспечения туристско-рекреационной деятельности и сопровождения процесса образования и воспитания в духе бережного отношения к природе; второй модуль – для сотрудников парка с целью оказания своевременной помощи в процессе принятия управленческих решений; третий модуль – для научных сотрудников с целью обобщения, хранения, систематизации, анализа и представления данных специализированных научных исследований. Принцип модульности предполагает использование единой базы данных и картографической основы, с возможностью перекомпонования каждого модуля в рамках меняющихся задач национального парка.

Принцип комплексности баз данных заключается в обеспечении пользователя информацией, по крайней мере, о природно-ландшафтных особенностях территории парка, инженерно-технических и архитектурно-планировочных характеристиках населенных пунктов, демографических и социально-экологических показателях населения. Без выполнения данного принципа невозможна

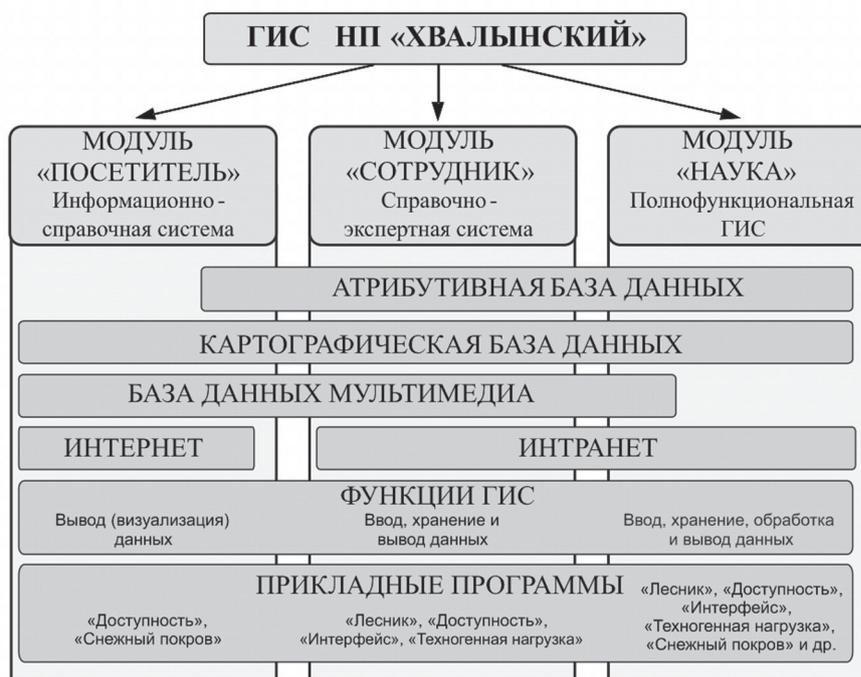


полнота эколого-географического изучения и картографирования объектов, процессов и явлений на территории национального парка, которая обеспечивается единым методологическим принципом – отображением системной зависимости состояния и изменения природных и полуприродных геоэкосистем территории парка и буферной зоны, их пространственно-временных особенностей, характера и интенсивности рекреационной нагрузки.

Принцип универсальности функций ГИС опирается, прежде всего, на основные характеристики используемого геоинформационного программного продукта и на заложенную в нем возможность

повышения функциональной привлекательности за счет создания собственных прикладных программ и приложений.

Поскольку специализированные природно-охранные ГИС ориентированы на разные категории пользователей, в рассматриваемой ГИС НП «Хвалынский» модули «настроены» на посетителей парка, сотрудников парка (управленцев-администраторов) и научных работников. Накопленный массив информации и конкретные запросы дирекции парка позволили сформулировать концепцию и принципы создания ГИС, структуру и содержание баз данных разных её модулей (рисунок).



Функциональная схема ГИС «НП «Хвалынский»

Непосредственно сбор данных ГИС НП «Хвалынский» не осуществляет, основным их источником являются смежные технологии, такие как дистанционное зондирование, полевые научные исследования и т. д. Остановимся на функциональных возможностях модуля «Наука» ГИС «НП Хвалынский», поскольку структура, специфика и содержание остальных модулей достаточно подробно рассмотрены нами ранее [8, 9].

Модуль «Наука» рассчитан на научных сотрудников и представляет собой полнофункциональную геоинформационную систему, направленную на решение фундаментальных проблем природосбережения, создание научной основы для разработки программ управления природными системами национального парка и прилегающих территорий. ГИС выполняет роль банка данных, аккумулирующего результаты различных специализированных научных исследований с последующей их систематизацией, анализом и

поиском зависимостей между отдельными природными компонентами. Данный модуль может быть установлен на рабочих местах научных сотрудников, интегрированных в общую локальную сеть.

Основные задачи модуля – мониторинг и долговременное изучение структуры и механизмов функционирования геоэкосистем.

Отличительными особенностями модуля являются: большое количество подмодулей специализированных научных исследований; применение различных традиционных методов геоинформационного моделирования и современных методов математико-картографического моделирования; создание собственных прикладных программ; широкое применение средств 3D моделирования; интеграция баз данных в другие модули и структуры.

Основные функциональные возможности модуля определяются использованной программой



оболочкой MapInfo 8.5 Professional и встроенным языком программирования MapBasic. Условно все функции модуля можно разделить на две категории: простые – базовые и сложные – составные. Первые выполняются чаще всего в одно действие и непосредственно реализованы в программной оболочке ГИС, вторые представляют собой отдельные прикладные программы, использующие набор простых функций и реализованные в ГИС с помощью встроенных в ее оболочку языков программирования или даже отдельных пакетов программирования MapX [10].

Сложные – составные – функции применяются реже, но именно они создают неповторимую индивидуальность и уникальность какой-либо геоинформационной системы. Они представляют собой прикладные программы и направлены на выполнение заложенного в нее алгоритма, состоящего из набора простых функций. Данные прикладные программы могут как до неузнаваемости изменить интерфейс программного продукта, так и автоматизировать выполнение каких-либо действий или расчетов.

В нашем случае интерфейс пользователя представляет собой полнофункциональный вариант меню программы MapInfo, дополненный кнопками специализированных прикладных программ. Конечно, среди существующего множества готовых бесплатных прикладных программ мало подходящих для их использования в ГИС «Национальный парк». Поэтому в ГИС НП «Хвалынский» нами созданы и реализованы несколько специализированных прикладных программ, таких как «Доступность», «Нагрузка», «Снежный покров», «Лесник» и «Интерфейс», написанных на языке MapBasic. Рассмотрим подробнее их предназначение, применение и описание в модуле «Наука».

Прикладная программа «Доступность» предназначена для построения зон доступности территории национального парка от одной или нескольких точек. Значения доступности отображаются на карте и выражаются в единицах времени, необходимого для достижения данного места из заданной начальной точки (точек) по существующей дорожной сети. В случае отсутствия дорог к месту на карте строятся нормали к окружающим дорогам и рассчитывается минимальное время прибытия в данную точку из расчета скорости пешехода. Скорость перемещения по дорогам представляется индивидуально, в зависимости от их категории и вида транспортного средства.

Прикладная программа «Нагрузка» предназначена для расчета и оценки интегральной техногенной нагрузки на территорию парка объектов инфраструктуры и видов природопользования на ее территории. Значения проставляются в балльной системе и отображаются на карте, балльные значения по отдельным видам природопользования или техногенным объектам проставлены экспертно, где значение «1» соответствует ми-

нимальной или отсутствующей техногенной нагрузке, а значение «10» и более – максимальной и критической соответственно. Для построения интегральной карты техногенной нагрузки используются многие картографические слои, содержащие информацию о землях и типе их использования, а также об объектах промышленной и транспортной инфраструктуры (промышленности, фермах, МТС, дорогах, трубопроводах, линиях электропередач и т. д.).

Прикладная программа «Снежный покров» предназначена для расчета толщины снежного покрова в пределах территории парка. Значения рассчитываются в сантиметрах и отображаются на карте. Исходными данными для расчета служат результаты натуральной снегомерной съемки по модельным участкам в пределах определенных полигон-трансектах. При математических расчетах применяется условие, что осадки выпадают над территорией парка изначально равномерно. Полученные наблюдения интерпретируются по различным основаниям, где на их основе строится предварительная модель толщины снежного покрова. Итоговая карта толщины снежного покрова представляет собой интегральную карту, полученную путем наложения предварительной модели снежного покрова на другие цифровые модели рельефа (абсолютная высота, угол наклона территории, экспозиция склона), растительности (тип, средняя высота, плотность) с автоматически проставленными коэффициентами по результатам анализа натуральных наблюдений.

Прикладная программа «Лесник» предназначена для графической визуализации на карте по отдельным кварталам и выделам различных показателей материалов лесотаксационного описания. Программа автоматически в отдельном слое выполняет тематическое картографирование выделов или кварталов согласно полученному запросу и приписанных к ним значений. Пользователь может перемещаться по полученной карте, получить статистическую справку, сохранить ее для дальнейшего использования. Отличительной особенностью программы является хранение в ГИС только картографического слоя с границами кварталов и выделов, сама база данных лесотаксационного описания в формате xls хранится вне ГИС, что позволяет ее редактировать или заменять новой традиционными способами.

Прикладная программа «Интерфейс» предназначена для видоизменения интерфейса программной, функциональных возможностей и картографического содержания каждого из модулей программной оболочки MapInfo. Основной частью программы служит база данных, выполненная в программе Microsoft Excel, где прописываются доступные картографические и атрибутивные базы данных, входящие в модуль. Администратор, редактируя данный файл, может изменить структуру баз данных, входящих в модуль. Сами функциональные возможности про-



граммы и графическое оформление интерфейса прописываются в файле *mbx*. Именно данная прикладная программа определяет структуру, специфику и функциональные особенности интерфейса отдельных модулей ГИС НП «Хвалынский» на платформе программного пакета ГИС MapInfo 8.5 Professional, интегрированного в ГИС «ООПТ Саратовской области».

В модуле «Наука» сформированы данные по ландшафтным, геохимическим, гидрогеологическим, археологическим и частично по флористическим и зоологическим исследованиям. Эти данные дополнены различной социально-экономической и статистической информацией по Хвалынскому району. На их основе на нескольких примерах рассмотрим функциональные возможности модуля и варианты его использования при анализе данных. Сначала рассмотрим варианты использования простых функций, определенных непосредственно программной оболочкой MapInfo.

Самой распространенной функцией в ГИС является отображение информации об объекте по запросу пользователя. В системе реализовано множество вариантов ее реализации, самый простой, когда пользователь просто щелкает на нужный ему объект и по нему на экране выдается вся доступная информация. Более сложные запросы реализуются уже с помощью отдельного окна или даже языка запросов SQL, где, например, с помощью первого можно выбрать и представить информацию о местообитании конкретного вида краснокнижного растения среди прочих, а второго – уточнить запрос, поставив в качестве дополнительного условия отображение только тех растений, которые находятся на заданном расстоянии от произвольных объектов. По количеству параметров SQL запросы не ограничены, при этом они могут привлекать как атрибутивные значения, так и топологические пространственные и соотносенные пространственные характеристики объектов. Поиск объекта является простым примером запроса и его отображения на карте, сложный поиск уподоблен сложному запросу и может осуществляться не только по полному, но и частичному соответствию его какому-либо критерию.

При выборе одного или нескольких объектов нам доступна не только его атрибутивная информация из баз данных, но и информация о его координатах, линейных и площадных характеристиках (зависит от типа объекта), которая вычисляется согласно их топологии. Просто выбрав группу лесных участков, мы увидим их общую площадь, дорог – общую длину, точку – ее координаты, при этом атрибутивная информация также может быть временно обобщена.

Необходимо отметить, что функция наложения объекта или слоя один на другой, получившая название топологической оверлей, является также одной из самых используемых в геоинформатике. После ее проведения создается новый объект

или слой с наследуемыми признаками исходных объектов, пропорциональный величине их пространственного перекрытия. Примером может служить вычисление площади фрагментов функциональных зон парка в пределах выделенных ландшафтов, площади участков активного развития эрозионных процессов и склонов южных экспозиций, значений абсолютных высот выхода родниковых вод и залегающих геологических пород и т. д. Другой вариант использования функции оверлей – это разрезание объектов по определенному контуру. Например, при построении карты горизонтального расчленения требовалось определить суммарную длину водотоков в пределах ячейки площадью 1 км², где разрезать все водотоки сеткой, а далее рассчитать суммы длин линий в пределах каждой ячейки. Использовалась сеть, состоящая из шестиугольников, по причине представления более адекватных и «плавных» результатов в сравнении с классической прямоугольной. Ранее квадратная сеть использовалась по причине простоты ее ручного построения и подсчета длины линии, а в нашем случае всю черновую работу выполняет компьютер.

Используя функции индивидуального или тематического картографирования, мы получаем разносторонние возможности проведения пространственного анализа объектов на карте, сортируя их по форме, цвету структуре, текстуре, при этом зачастую просто скрывая некоторые из них, мешающие восприятию. Например, при анализе естественного распространения сосны по склонам мы «скрываем» ее искусственные насаждения. Аналогично можно среди всего древо-стоя отобразить только дубы, липы, осины, среди кустарников – бересклет и проанализировать их распространение отдельно. Данные функции применимы не только к исходным базам данных, но и к различным выборкам по запросам, которые мы рассмотрели ранее.

Стоит отметить и возможности построения цифровых моделей рельефа. Нами уже отмечалось, что на территории Хвалынского района построена GRID-модель с размером сети 20x20 м. Кратко остановимся на ее особенностях. Исходной её основой стали отметки высот и изолинии карты масштаба 1:50 000. Для построения более точной модели применялись линии отражающие структуру поверхности рельефа: обрывы, промоины, тальвеги, линии и объекты гидрографической сети, у линейных объектов (кроме обрывов) были указаны направления уклона, а у площадных объектов – урез водной поверхности. Данные структурные элементы были обновлены по космическим снимкам высокого разрешения. На основе ЦМР была построена серия морфометрических карт (экспозиции, углов наклона, ярусов рельефа), проведен анализ профилей существующих экологических троп (протяженность, крутизна) и расчет панорамных точек (видовых площадок). Кроме того, ЦМР являлась основной моделью несколь-



ких прикладных программ («Снежный покров» и др.), а также использовалось при оформлении туристической информации и буклетов. Данные задачи достаточно легко и оперативно решаются с применением ЦМР и сложны для выполнения при использовании обычных цифровых карт. В настоящий момент все более широкое распространение приобретает радиолокационный способ получения и построения ЦМР, который увеличивает скорость и облегчает процесс ее создания и обновления [11–13].

Даже простая комбинация использования функции перемещения по карте и изменения ее масштаба может быть применена при визуальном анализе, в некотором роде это копирование эффекта картографической генерализации. Простые функции программной оболочки при грамотном их использовании позволяют во многом увеличить скорость обработки, анализа и представления различных научных данных.

В научном модуле основные функциональные возможности ГИС по работе с пространственными и атрибутивными базами данных дополняются блоком моделирования. Его основу составляют как готовые, так и специально написанные прикладные программы на встроенном языке программирования MapBasic, интегрированном в ГИС пакет MapInfo. С его помощью, а также активно применяя базовые функции программной оболочки, можно реализовать различные алгоритмы и научные методики для целей математико-картографического моделирования и решения задач буферизации, кластеризации, интеграции и других операций пространственного анализа. При этом базовая картографическая основа с набором разнообразных тематических слоев и баз данных являются полноценным источником по созданию новых разнообразных аналитических и синтетических карт.

В рамках ГИС НП «Хвалынский» нами применялись готовые прикладные программы – Vertical Mapper, а также были написаны и реализованы специальные прикладные программы: «Снежный покров», «Доступность», «Нагрузка», «Лесник», «Интерфейс» и некоторые другие. С помощью первой строились разнообразные цифровые модели, проводились над ними различные операции. На их основе определялись различные морфометрические характеристики рельефа, строились профили, определялись зоны видимости/невидимости, рассчитывались параметры загрязнения почвенного покрова и аттрактивности ландшафтов, оценивались микроклиматические различия и степень опасности эрозионного протекания процессов и т. д. Вторые использовались для автоматизации отдельных производственных операций и реализации отдельных научных методик по расчету параметров толщины снежного покрова, оценке взаимодальности объектов (процессов и явлений), техногенной нагрузки, различных лесорастительных значений и пока-

зателей и т. д. Некоторые возможности применения данных прикладных программ нами были продемонстрированы в описании предыдущих модулей, подробнее остановимся на алгоритме работы программы «Снежный покров».

«Снежный покров» является универсальной прикладной программой, результаты моделирования которой могут применяться в различных сферах деятельности национального парка. Суть ее работы заключается в вычислении толщины снежного покрова всей территории парка по результатам измеренных показателей на нескольких модельных участках. Алгоритм ее работы заключается в следующем.

На 1-м этапе в специальную табличную форму заносятся результаты натуральных наблюдений по модельным участкам и полигонам-трансектам. На их основе автоматически высчитываются значения распределения толщины снежного покрова в зависимости от угла наклона территории и экспозиции склона. Полученные коэффициенты соответственно переносятся на цифровые модели углов наклона и экспозиции территории.

На 2-м этапе на основе цифровой модели рельефа создается предварительная модель распределения снежного покрова, учитывающая относительное распределение снега с высотой. На полученную модель накладываются цифровые модели с рассчитанными коэффициентами в зависимости от угла наклона, экспозиции склона, а также коэффициентами лесорастительных условий, полученных экспериментальным путем.

На 3-м этапе строится итоговая цифровая модель распределения снежного покрова, полученная путем наложения на предварительную модель моделей с различными коэффициентами. На ее основе строится картографический слой с атрибутивными значениями толщины снежного покрова.

Данная программа может применяться как непосредственно для расчета толщины снежного покрова, так и для оценки влагозапаса и расчета расхода воды в весенний период, оценки уязвимости вымерзания высаженных древесных культур, развития водной эрозии, прокладки оптимальных с точки зрения минимизации рекреационного ущерба лыжных трасс, для определения проходимости территории в зимнее время. Перечисленные области применения не являются конечными, они могут расширяться и видоизменяться в зависимости от потребностей научных исследований и пользователей. В дальнейшем можно усовершенствовать алгоритм работы программы и получать карту толщины снежного покрова только на основе данных автоматических метеостанций или метеопостов с учетом скорости и направления ветра, а также других оказывающих влияние характеристик. Можно будет строить карту выпадения снега за сутки, изменения высоты снежного покрова в зависимости от колебания суточной температуры и т. д.



Не исключена возможность совершенствования и других прикладных программ, например, интегрировав в программы «Доступность» учет показателей крутизны склонов, проходимости дорог от сезона года и погодных условий, «Нагрузка» – точки возможных разовых выбросов и их концентрации, направление ветра, влияние крупных промышленных предприятий из-за района, «Лесник» – сравнение данных за разное время, автоматизировать расчет лесорастительных показателей во времени. Все данные изменения позволят увеличить точность моделирования объектов и процессов реального мира, расширить их область применения.

Как уже отмечалось, каждая из созданных прикладных программ универсальна, заложенный в них алгоритм можно применять во многих разнообразных сферах, главное, чтобы он был подкреплен специализированными базами данных, основанных на результатах научных исследований. Например, для программы «Доступность» категории дорог в слое дорожной сети можно заменить порядками тальвегов в слое водосборных бассейнов и тогда рассчитывать не удаленность

от отдельного объекта (объектов), а скорость попадания нефтепродуктов в речную сеть от места аварии на трубопроводе или автотрассе и т. д.

Моделирование и его производные – цифровые модели – играют одну из важнейших ролей в получении новых качественных и количественных характеристик объектов и явлений. Применение моделирования в ГИС-пакете позволило во многом автоматизировать и ускорить процесс выполнения многих рутинных операций, качественно повысить результаты многих видов анализа, обеспечить исследователя дополнительной аналитической и синтетической информацией, а также лучшее понимание механизма взаимодействия отдельных компонентов геосистем.

Сравнивая функции модулей, мы видим, что функциональная составляющая модуля «Наука» – самая насыщенная среди рассмотренных нами ранее (таблица). Обладая самыми обширными базами данных, имея возможности реализации категорийного доступа к ним, модуль требует от пользователя высококачественных знаний геоинформационных систем для полного раскрытия его функциональных возможностей.

Сравнение функциональных возможностей модулей ГИС НП «Хвалынский»

Функция ГИС	Наименование модуля		
	«Электронный гид»	«Сотрудник»	«Наука»
Сбор данных	Не возможен	Возможен, в т. ч. с помощью ГСП	Возможен без ограничений
Хранение данных	Возможно только для первоначально заложенных	Возможно, в т. ч. с расширением БД	Возможно без ограничений
Обработка данных	Не возможна	Возможна, только определенных БД	Возможна без ограничений
Вывод данных	Возможен только на экран или печать	Возможен без ограничений	Возможен без ограничений

Как говорилось ранее, отсутствие высококвалифицированного персонала в национальных парках отмечается до сих пор. Это связано как с низкой оплатой труда в данных структурах, так и с устоявшейся практикой приема на должности научных сотрудников людей с биологическим или лесохозяйственным профилем, зачастую плохо представляющих возможности современных геоинформационных технологий и не имеющим опыта работы с ГИС. Выход видится в привлечении специалистов-геоинформатиков к проектированию таких систем и повышении квалификации самих сотрудников.

Подводя итоги, отметим, что разработанная геоинформационная система национального парка по многим функциональным характеристикам не уступает ныне действующим в стране и за рубежом. В систему заложены возможности ее функционального расширения и дополнения базами данных специализированных научных исследований и мониторинговых наблюдений. А принцип построения на основе открытой карты,

выполненной в географической системе координат, позволит в будущем интегрировать ее с разнообразными базами данных в ГИС «Особо охраняемые природные территории России» или мира.

Как известно, задача географии – познать типичное в индивидуальном и выявить индивидуальное в типичном. Национальный парк «Хвалынский» является типичным представителем лесостепного Приволжья, но в то же время уникальным уголком Европейской России. Как видится, ГИС НП «Хвалынский» с его модулями может стать ядром научной, рекреационно-туристской и образовательно-воспитательной работы не только в пределах парка, но и в рамках единого природно-историко-культурного и рекреационно-туристского комплекса «Хвалынский национальный парк – малый исторический город Хвалынский».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта (№ 13-05-12078).



Библиографический список

1. Берлянт А. М. Теория геоизображений. М., 2006. 262 с.
2. Лурье И. К. Основы геоинформационного картографирования : учеб. пособие. М., 2000. 143 с.
3. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. М., 1997. 405 с.
4. Об особо охраняемых природных территориях : федер. закон от 14 марта 1995 № 233-ФЗ. М., 1995. 16 с.
5. К созданию географической информационной системы «Рекреация и туризм в Саратовской области» / В. З. Макаров [и др.] // Проблемы и перспективы сохранения, использования и развития туристских ресурсов Саратовской области : сб. материалов науч.-практ. конф. Саратов, 1999. С. 62–69.
6. Специализированная геоинформационная система «Особо охраняемые природные территории Саратовской области» / Ю. В. Волков [и др.] // Всерос. молодежная выставка-конкурс прикладных исследований, изобретений и инноваций : сб. материалов. Саратов, 2009. С. 138.
7. Фёдоров А. В., Данилов В. А., Игонин О. И. Применение геоинформационных технологий при решении геоэкологических задач // Геологи XXI века : материалы IV Всерос. науч. конф. студ., асп. и мол. спец. Саратов, 2003. С. 116–117.
8. Данилов, В. А. Структура и особенности функционирования ГИС-национальный парк (на примере «ГИС-национальный парк «Хвалынский»)// Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2010. Т. 10, вып. 1. С. 41–47.
9. Национальный парк «Хвалынский»: ландшафтная характеристика и географическая информационная система / В. З. Макаров [и др.] ; под ред. В. З. Макарова. Саратов, 2006. 148 с.
10. Электронный учебник по программе MapInfo [электронный ресурс]. – Ресурс доступа : <http://mapinfo.narod.ru/tutorial/index.htm> (дата обращения: 23.09.2013).
11. Геоинформационный метод в практике региональных физико-географических исследований / А. В. Погорелов [и др.] // Тр. / Тебердинский гос. заповедник. Кисловодск, 2007. Вып.45. 200 с.
12. Павлова, А. Н. Геоинформационное моделирование речного бассейна по данным спутниковой съемки SRTM (на примере бассейна р. Терешка) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2009. Т. 9, вып. 1. С. 39–44.
13. Погорелов, А. В., Думит Ж. А. Морфометрия рельефа бассейна реки Кубани : некоторые результаты цифрового моделирования // Географические исследования Краснодарского края : науч. тр. Краснодар, 2007. Вып. 2. С. 7–23.