

2. T. Varshanina, R. Khunagov, O. Plisenko, V. Korobkov, E. Shtelmakh. Modelling the Space-Time Field of Tectonic Stresses in the Area of Unlimited Space for Seismic Safety, Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(29), DOI:10.17485/ijst/2015/v8i29/86864, November 2015, 1–9 p.

3. Goncharov M.A. Vvedenie v tektonofiziku [Introduction in a tectonic physics] / M.A. Goncharov, V.G. Talitsky, N.S. Frolova. – M.: KDU, 2005. – 496 p.

4. Lilienberg D.A. Zakonomernosti i mekhanizmy sovremennoj geodinamiki morfostruktur Kryma, Kavkaza i Kaspiya [The laws and mechanisms of the modern geodynamics of morphostructures in the Crimea, in the Caucasus and in the Caspian Sea] / D.A. Lilienberg // Problems of Geomorphology and Geology of the Caucasus and Ciscaucasia. Materials of the XXIV Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences. Krasnodar: KUBSU, 2001. Pp. 45–72.

5. Filosofov V.P. Kratkoe rukovodstvo po morfometricheskomu metodu poiska tektonicheskikh struktur [The brief guide on a morphometric method of searching for tectonic structures]. Saratov: Saratov University Publishing House, 1960. 69 p.

6. Filosofov V.P. Osnovy morfometricheskogo metoda poiskov tektonicheskikh struktur [Bases of a morphometric method of searches for tectonic structures] / V.P. Filosofov. Saratov: SGU, 1975. 232 p.

---

УДК 528.946(470)

**В.М. Яблоков<sup>1</sup>, В.С. Тикун<sup>2</sup>**

### **АТЛАСНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ**

***Резюме.** Излагается авторское видение концепции Атласной информационной системы (АИС). Аналогично классическим бумажным атласам, АИС представляет пространственную информацию в предустановленных темах и экстентах. АИС представляют информацию в картографическом виде, в т.ч. с использованием мультимедиа (фото, видео, аудио). Пользователь АИС может влиять на содержание, внешний вид, параметры визуализации путем простых манипуляций, т.е. проводить так называемую кастомизацию. Система может также позволить пользователю отображать и анализировать собственную геоинформацию. АИС предлагает интерфейс, понятный в том числе неопытным пользователям и упрощает процесс взаимодействия со сложными механизмами обработки данных. АИС также можно разделить на две группы в зависимости от представления, во-первых, это отдельное приложение с функциями обновления и запросами к серверным базам пространственных и непространственных данных по необходимости, т.е. в большей степени автономное настольное приложение, во-вторых, это веб-приложение, которое полностью находится на сервере и доступно только онлайн.*

***Ключевые слова:** атласные информационные системы, модели устойчивого развития территорий.*

**Введение.** Атласные информационные системы (АИС) являются относительно новой темой в картографо-геоинформационной литературе и представляют собой синтез достиже-

---

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Центр мировой системы данных по географии, Москва, 119991, Россия, аспирант; e-mail: vasily.yablokov@gmail.com.

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, Москва, 119991, Россия, заведующий, докт. геогр. н., проф.; e-mail: tikunov@geogr.msu.su.

ний в области геоинформационных технологий, картографии и мультимедиа. Наиболее ранние публикации по данной теме относятся к началу 90-х годов и связаны с именем известного голландского картографа Ферьяна Ормелинга (Ferjan Ormeling). В статье «Atlas information systems» [Ormeling, 1996] он дает определение АИС, как компьютеризированной геоинформационной системы, связанной с конкретной территорией или темой в сочетании с повествовательной частью, где доминирующую роль играют карты.

История АИС, как считают некоторые исследователи, берет свое начало в Канаде и связана с первым электронным атласом Канады, другие считают, что первой версией АИС был электронный атлас штата Арканзас. Ранние версии электронных атласов обладали ограниченной функциональностью, в основном связанной с адресным поиском, навигацией, масштабированием, а также выбором слоев для отображения. С течением времени технологии проектирования электронных атласов развивались, повышалась функциональность и интерактивность, разнообразие сюжетов и приемы визуализации. Особенно стоит отметить национальные атласы Швеции, Швейцарии, Германии, атлас Тироля, которые выпускались не только в печатной форме, но и публиковались на лазерных носителях, как интерактивные атласные информационные системы.

**Краткий обзор АИС.** По уровню интерактивности и аналитическим возможностям Краак [Kraak, Ormeling, 1996], Рэмос [Ramosetal., 2005] и Элзакер [Elzakker, 1993] выделяют три типа АИС:

*Визуализирующие* – для печати, а также статичные АИС без интерактивных функций;

*Интерактивные* – с возможностью генерации карт и операциями над слоями (изменение стиля, цвета, метода классификации и др.);

*Аналитические* – с возможностями ГИС, в т.ч. осуществлять запросы к базе данных, редактировать, анализировать и визуализировать новые данные.

В общем виде АИС является электронной версией бумажного атласа с расширенными функциональными возможностями, в том числе возможностями масштабирования, навигации, адресного поиска, картометрических функций и более сложных аналитических функций присущих ГИС. Отличия между АИС и бумажными атласами по Ф. Ормелингу [Ormeling, 1996] представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Отличия АИС и бумажных атласов

	Бумажные атласы	АИС
<b>Динамичность</b>	Статичные	Динамичные
<b>Интерактивность</b>	Пассивные	Интерактивные
<b>Содержание</b>	Только карты	Карты и мультимедиа
<b>Обзор</b>	Фиксированный обзор	Масштабируемые
<b>Тип использования</b>	Универсальный тип использования	Выборочный
<b>Роль карт</b>	Карты как конечный продукт	Карты как интерфейс

Функциональные отличия АИС от ГИС описаны в статье Кристиана Рэмоса «Atlases from paper to Digital Medium» [Ramos, Cartwright, 2003] и дополнены Лоренцом Хурни [Encyclopedia of GIS, 2008] (табл. 2).

Таблица 2

#### Отличия АИС и ГИС

Особенности	ГИС	АИС
<b>Интерфейс</b>	Полнофункциональный, сложный	Облегченный, выборочный, в соответствии с целью АИС
<b>Пользователи</b>	Специалисты	Широкий круг пользователей без специальных навыков

<b>Управление и администрирование</b>	Пользователем-специалистом	Разработчиком
<b>Основные направления работы</b>	Обработка данных и интерпретация результатов анализа	Быстрое получение результата
<b>Данные</b>	Любые данные	Подготовленные данные
<b>Цель</b>	Многоцелевое использование	Конкретная цель

В статье Лоренца Хурни «Multimedia Atlas information system» [Encyclopedia of GIS, 2008] дается определение мультимедийной атласной информационной системы (МАИС) и определены ее основные функции. МАИС – это систематизированный, целевой набор пространственных данных в электронном виде с поддержкой принятия решений, ориентированной на пользователя. Как и в традиционном атласе, МАИС представляет собой систематическое собрание географических карт, органически увязанных между собой и друг друга дополняющих, выполненных по общей программе как целостное произведение. Доступ к картографическим произведениям в МАИС предоставляется посредством пользовательского интерфейса, имеющего интерактивные функции, географическую и тематическую навигацию. МАИС позволяет делать запросы, проводить пространственный анализ и визуализировать в 2, 2,5 и 3-мерном виде. В отличие от ГИС, МАИС в первую очередь является картографическим произведением с картами, ориентированными на пользователя, а также адаптацией сложных аналитических функций ГИС для решения конкретных задач. МАИС имеет мультимедийную составляющую в виде аудио-, видео-, фото информации, анимации, диаграмм и текста (рис. 1). МАИС представляет собой оболочку, которая поставляется как автономная система на электронных носителях или все чаще, особенно в последнее время, через интернет в виде веб-картографических информационных систем.

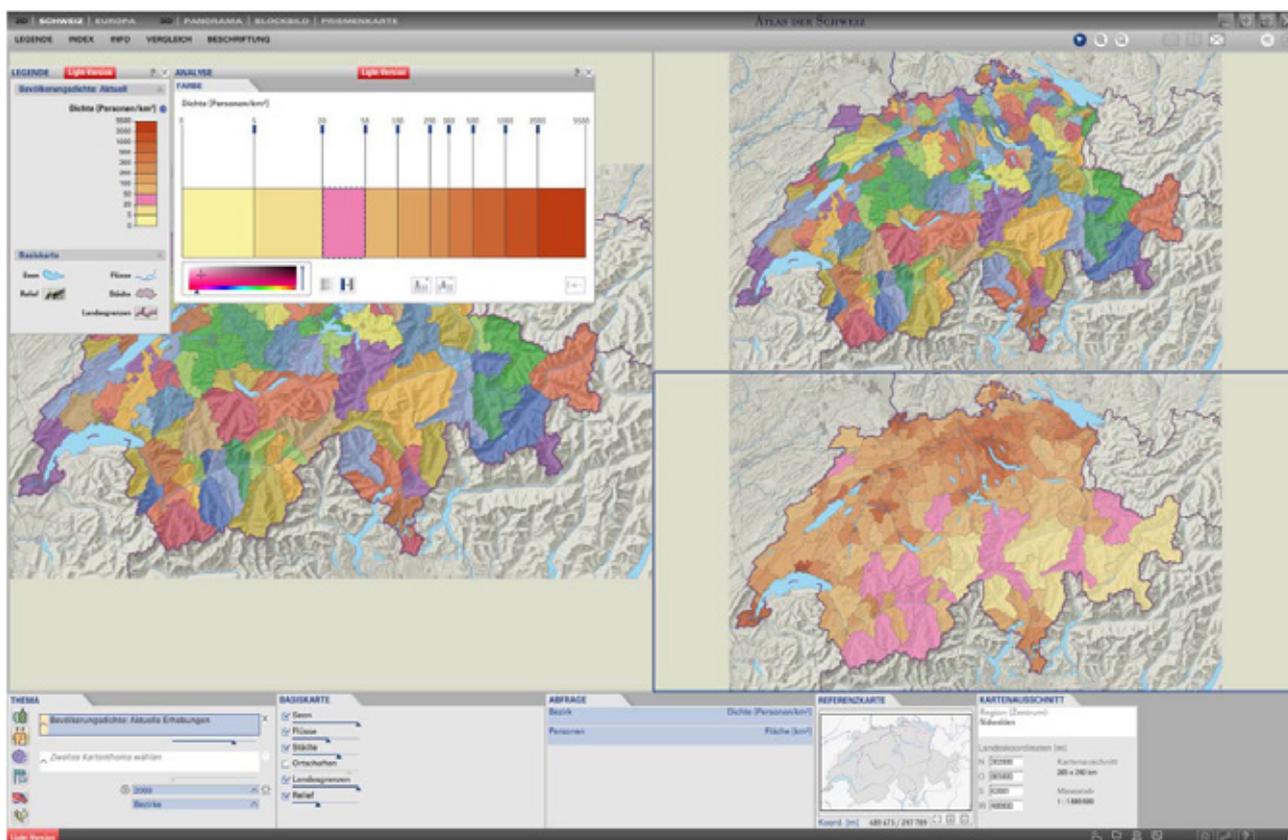


Рис. 1. Мультимедийная АИС – Атлас Швейцарии

Основные функции МАИС представлены в таблице 3 по Хурни [Encyclopedia of GIS, 2008].

Таблица 3

Основные функции МАИС

Группа функций	Подгруппа функций	Функция
Основные		Выбор режима просмотра, выбор языка, импорт/экспорт файлов, печать, закладки, отмена/повтор операции, подсказки, настройки, справка, состояние системы, сворачивание, выход
Навигационные	Пространственная навигация	Выбор области, адресный поиск, масштабирование, скроллинг, перемещение, поворот, определение положения по координатам, выбор линии/угла наблюдения, проложение маршрута
	Тематическая навигация	Выбор темы, индексирование страниц по темам, переходы по темам
	Навигация во времени	Выбор временного промежутка, позиция на линии времени, ретроспектива, анимация изменений явления во времени
Познавательные	Объяснение	Объяснительные тексты, виртуальные туры, графики, аудио/видео/изображения, гиперссылки на интернет-источники
	Самопроверка знаний	Игры, тесты
Картографические	Управление картой	Включение/отключение слоев карты, включение/выключение категорий в легенде карты, изменение отображений, изменение картографической проекции
	Выделение	Отметки на карте, маркирование
	Анализ данных	Изменение метода классификации, модификация параметров состояния (освещение, яркость), сравнение карт, отбор данных
Геоинформационные	Пространственные и объектно-ориентированные запросы	Пространственный запрос по координатам, области, расстоянию, запрос по пересечениям и др. элементам топологии
	Тематические запросы	Запрос по атрибутам, доступ к статистической базе данных
	Аналитические функции	Буферизация, операции оверлея слоев, анализ поверхности

Среди отечественных публикаций на тему атласных систем обратим внимание на главу «Атласные информационные системы» в учебнике «Основы геоинформатики» [Тикунов, 2004], где отмечается, что АИС по своим функциональным возможностям относятся к высшему классу электронных атласов и применяются в виде систем поддержки принятия решений, разработки сценариев развития территории и др. Они имеют развитые моделирующие функции, могут интегрировать экспертные системы и оформляться как полномасштабные мультимедийные конструкции. АИС позволяют визуализировать геопространственные данные и проводить разнообразный анализ, вплоть до разработки возможных вариантов развития таких комплексных систем, как «природа–общество–хозяйство». АИС реализуют в себе ряд принципов, в том числе:

*когнитивность* – в АИС сюжеты разного масштабного уровня соединяются ассоциативными (смысловыми) связями, куда входят *мультимасштабность* и *мультигенерализованность*, учитывающие иерархическую взаимосвязь различных территориальных уровней АИС и заключающиеся не только в преемственности масштабов, но и содержания;

*блочность* – АИС состоит из ряда тематических блоков, которые можно дополнять или видоизменять не меняя структуры всей системы;

*эволюционность* – АИС реализует возможность ретроспективного анализа территории или явления, изучения динамики и тенденций изменения;

*многовариантность* – АИС представляет собой экспертную систему, которая предлагает конечному пользователю ряд сценариев развития интересующей территории или явления;

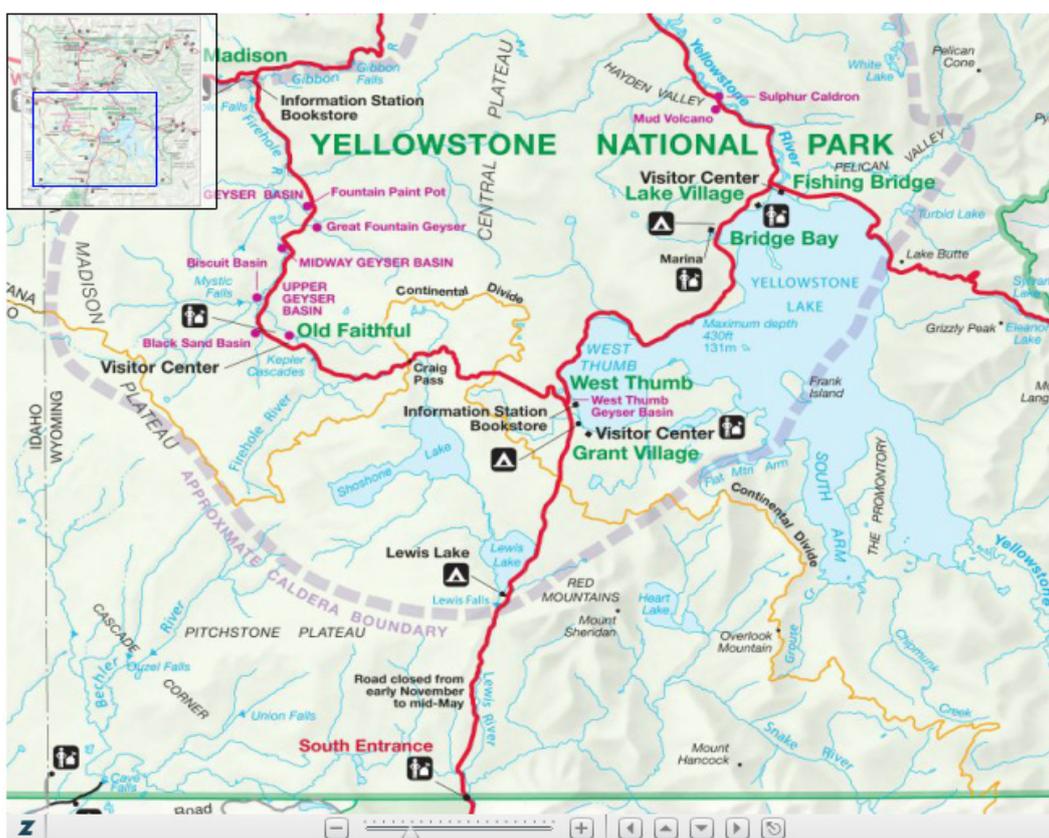
*интеллектуальность* – АИС обладает возможностями для комплексного многоаспектного моделирования того или иного явления в зависимости от групп внешних и внутренних факторов с применением систем искусственного интеллекта, нейронных сетей и алгоритмов для решения нечетких задач;

*мультимедийность* – АИС представляет собой взаимоувязанный набор пространственных и мультимедийных данных, которые облегчают восприятие и в конечном счете принятие решений.

## Yellowstone National Park – Official Park Map

 Like 25 people like this. Be the first of your friends.

Interactive map of Yellowstone National Park. Click anywhere on the map to zoom in, use your mouse to scroll or use controls at the bottom of the map. [Click Here](#) for a Printable Version of this map.



**Рис. 2.** Интерактивная карта Йелоустонского национального парка

В большинстве случаев АИС проектировались как национальные атласы (Канада, США, Франция, Австрия, Германия, Швеция, Швейцария и др.), или атласы муниципальных образований (штатов, провинций, кантонов и др.), но также есть опыт создания атласных и геоинформационных систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Большинство крупных национальных парков в Северной Америке, Европе и Африке имеют официальные сайты на которые встроены веб-геоинформационные системы с интерактивными функциями, которые по своим возможностям можно отнести к АИС. Среди них можно отметить интерактивные информационные системы Йелоустонского национального парка (рис.

2), Парка Йосемити (рис. 3), парка Масаи и Мара (рис. 4), Национального парка Швейцарии (рис. 5) и многих других. Данный тип атласных систем относится ко второму типу – интерактивному, без возможности проведения анализа.

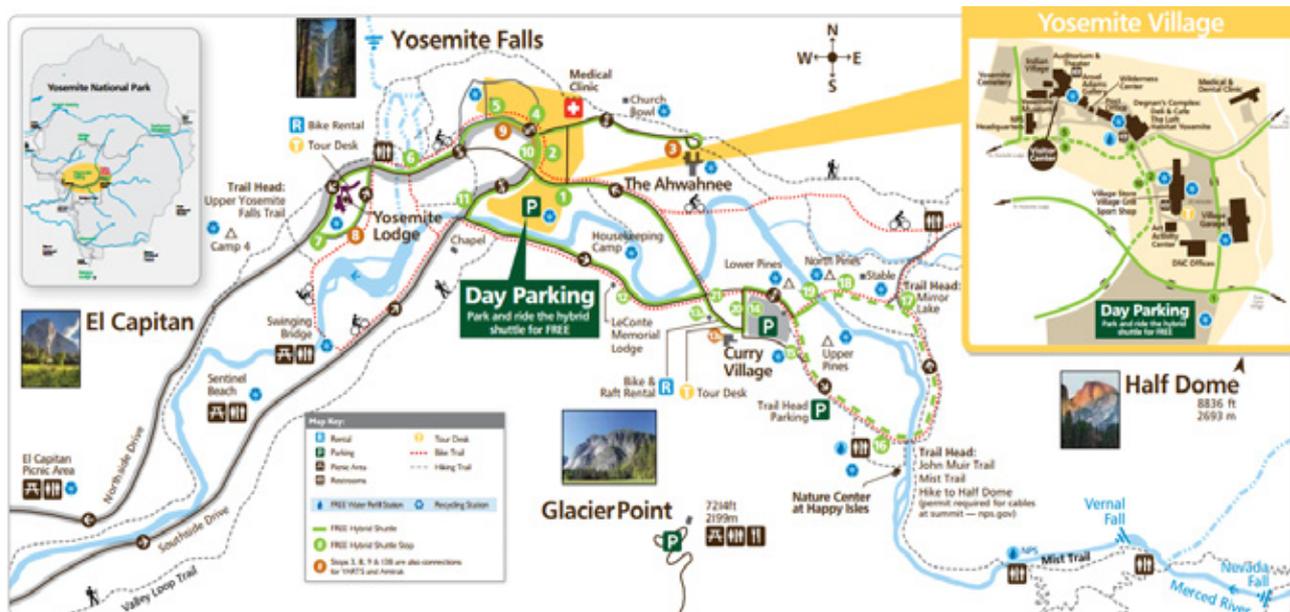


Рис. 3. Интерактивная карта Национального парка Йосемити



- Destinations
- Accommodation
  - Campsites (1)
  - Farm house (1)
  - Lodges (15)
  - Private houses (4)
  - Tented camps (89)
- Safaris
- Hot Deals
- Activities
- Safari Operators
- Useful Information
- Community & Conservation
- Flora & Fauna
- Map
- Shop

### Maasai Mara Map

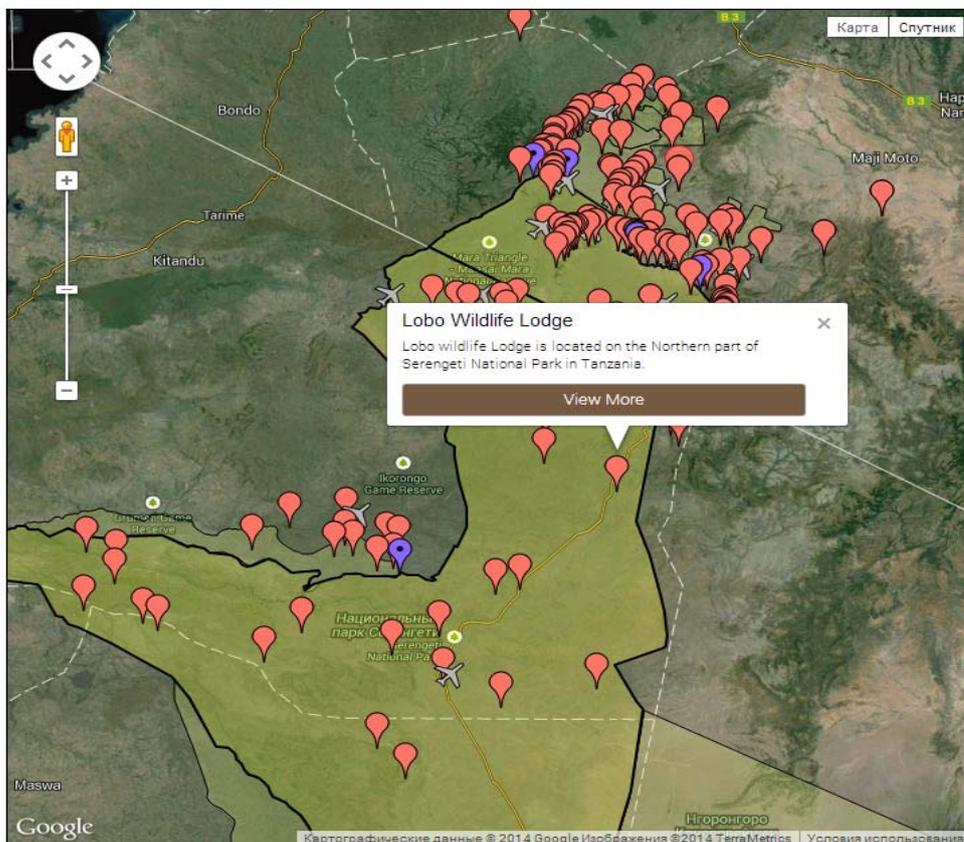


Рис. 4. Интерактивная карта национального парка Масаи и Мара

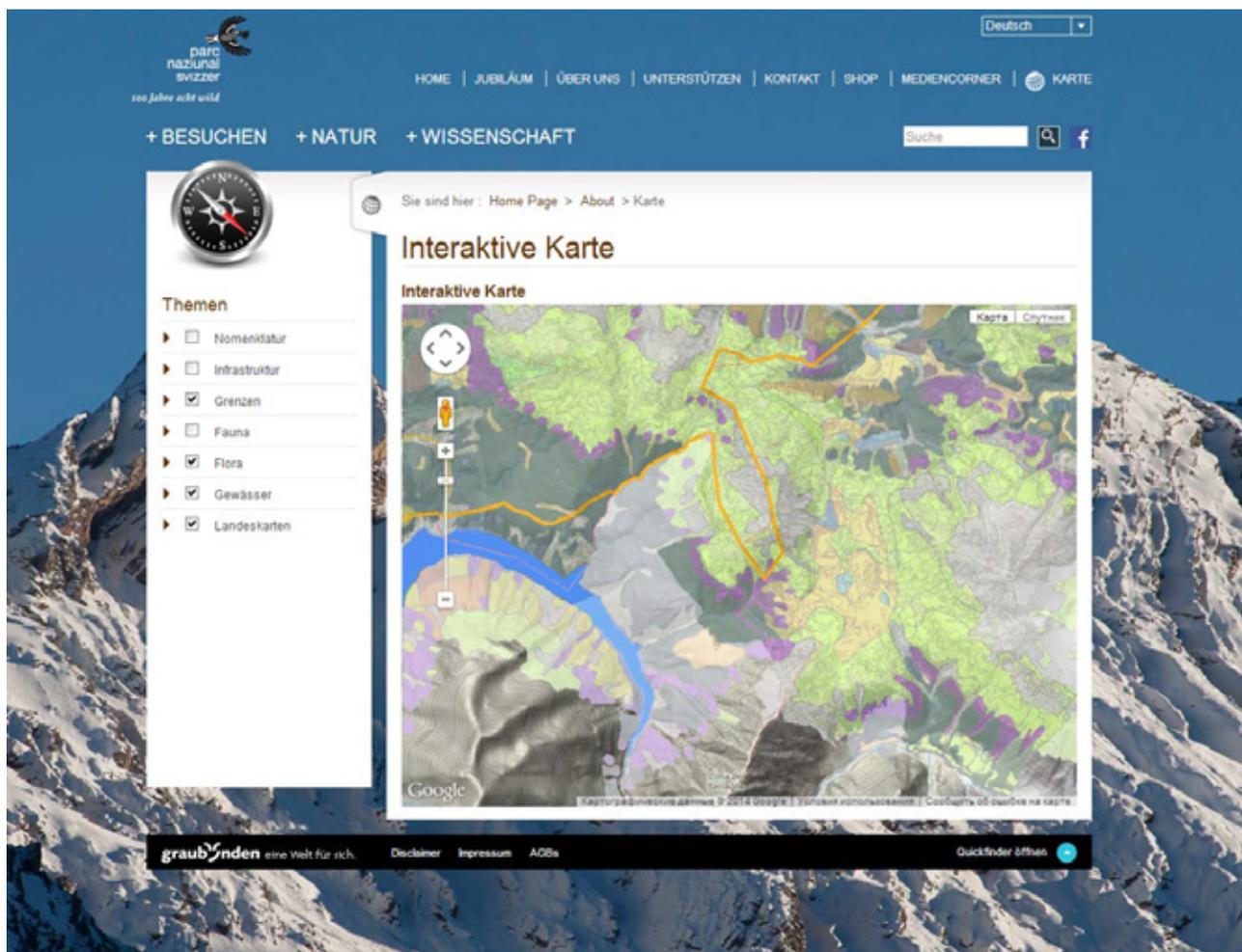


Рис. 5. Интерактивная карта Национального парка Швейцарии

В России, где существует более 15 тысяч особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различных категорий, статуса и значения полноценное создание геоинформационных систем ООПТ, как было описано выше, находится в зачаточном состоянии, но существуют отдельные ООПТ, в основном государственные заповедники и национальные парки, которые имеют собственное геоинформационное обеспечение. В основном это бессистемный набор пространственных данных, полученных на основе открытых источников (векторных, таких как OSM, DCW, naturalearth, открытых цифровых моделей рельефа: etopo, gtopo, GEBCO, SRTM, ASTERGDDEM и их производных, ДДЗЗ – Landsat 4, 5, 7, 8), координатно-привязанных полевых данных, оцифрованных топографических карт, лесоустроительных планов и тематических карт, а также проприетарное программное обеспечение, в основном продукты компании ESRI. Огромной проблемой является отсутствие единообразия в структуре данных и метаданных различных ООПТ, хотя сейчас предпринимаются попытки стандартизации в соответствии с европейской инфраструктурой пространственных данных (INSPIRE) [Атаева и др., 2010].

Среди геоинформационного обеспечения ряда ООПТ, можно выделить системы наиболее близкие по своей концепции к атласным информационным системам. В первую очередь это Веб-ГИС заповедников Таймырский, Кроноцкий и Белогорье. Основное отличие перечисленных информационных систем от ГИС является ориентация на конечного пользователя, представление результатов в удобной и понятной форме, использование средств мультимедиа в совокупности с картографическим отображением. Наличие различных тематических сюжетов и возможности отражения информации на различных территориальных уровнях, придает системе черты электронного атласа, а наличие простейшего функционала ГИС делает систему близкой к АИС.

Так Веб-ГИС Белогорье (рис. 6) решает ряд задач [Украинский, 2013], в т.ч.:

- Систематизация и хранение картографических материалов;
- Публикация архивных картографических материалов;

- Публикация новых картографических материалов;
- Размещение неопубликованных в научной печати материалов;
- Планирование и координация исследований;
- Информационное обеспечение летних полевых практик в СПбГУ.

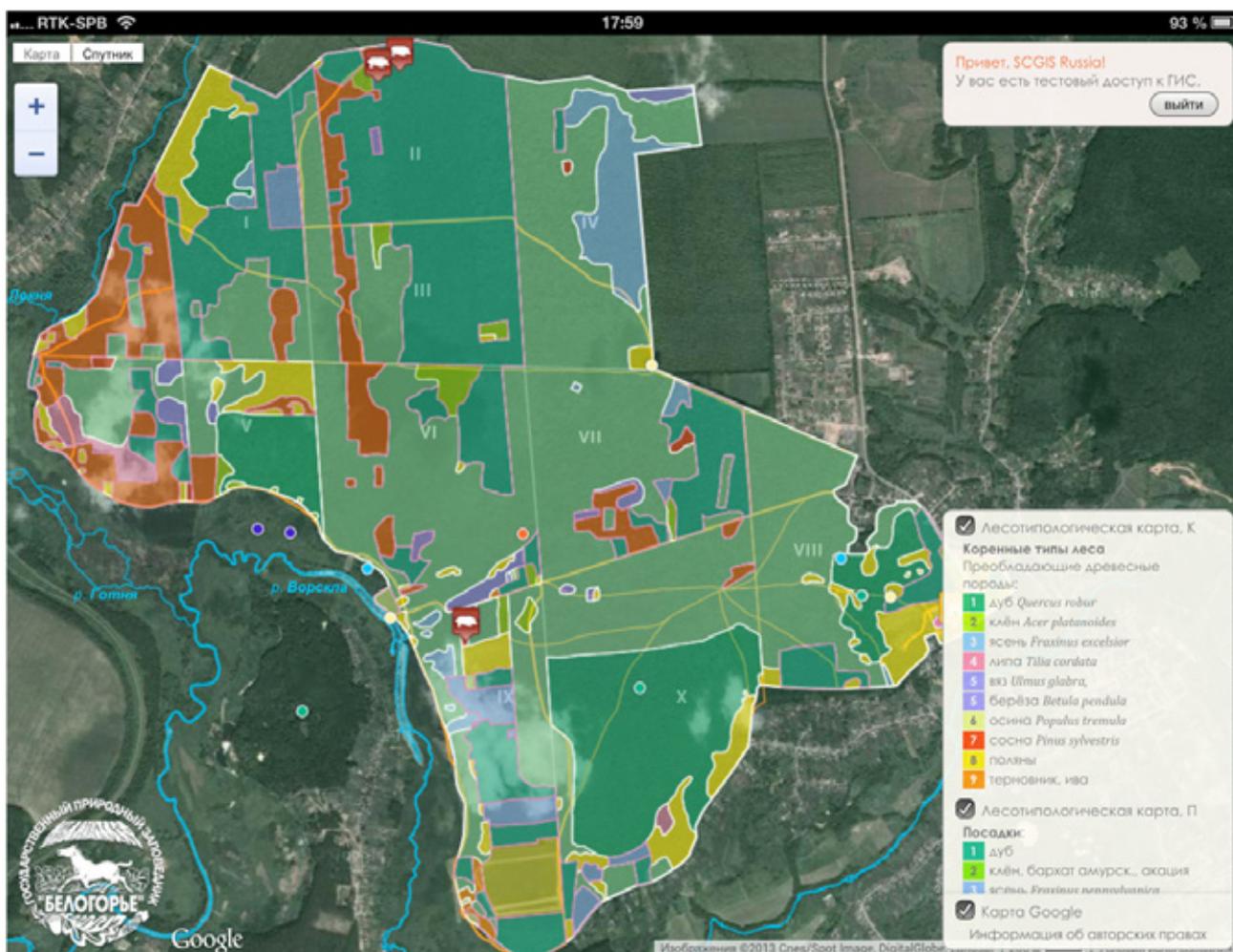


Рис. 6. Веб-ГИС заповедника «Белогорье»

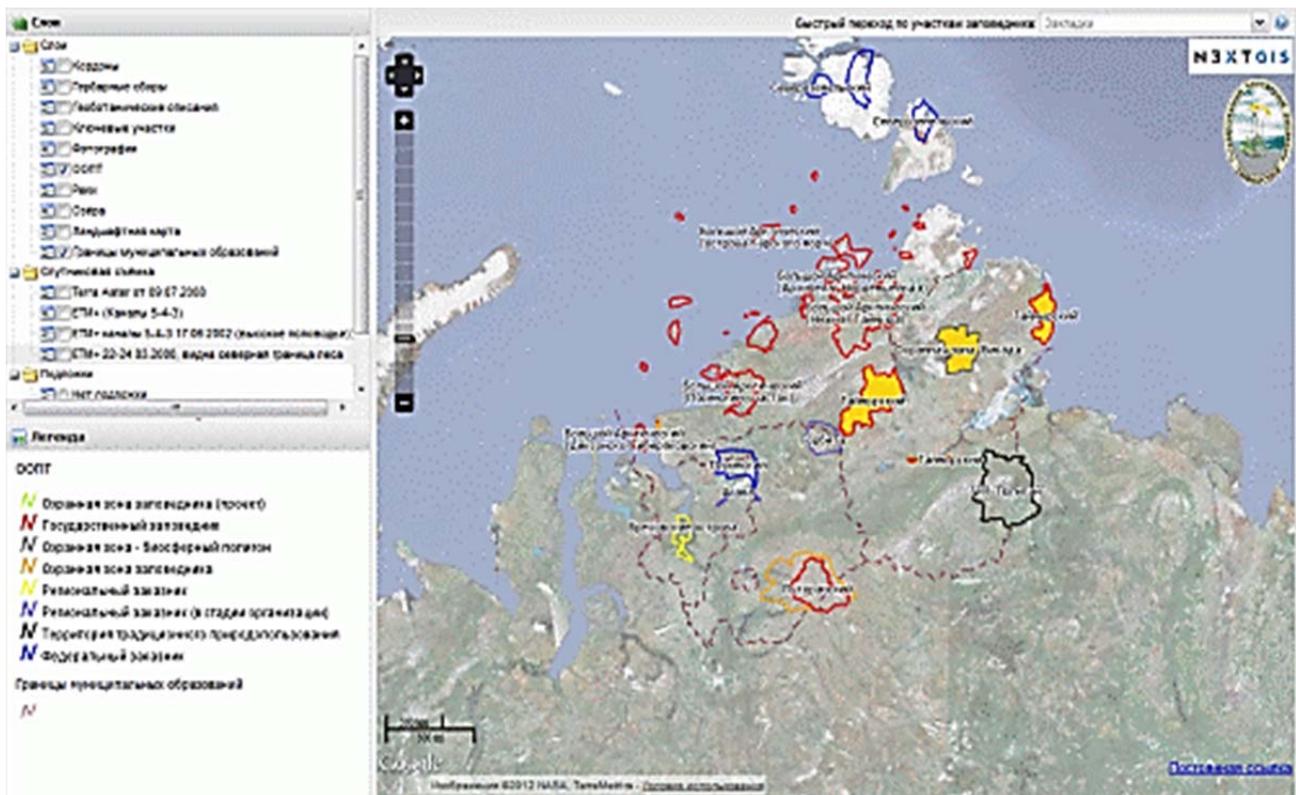
В проекте содержится более 40 информационных слоёв: лесотипологическая и почвенные карты, сеть дорог и троп, инфраструктура, слои с нанесёнными объектами флоры и фауны, служебные метки. Одно из основных преимуществ системы – простой и понятный интерфейс.

Информационная система для Государственного заповедника «Таймырский» (рис. 7) является первой подобной системой среди российских систем федерального уровня.

Целевая аудитория системы – туристы, студенты, научные работники, специалисты в области охраны природы. Задача системы – просмотр информации о территории заповедника и прилегающих районов и получение более детальной информации по некоторым объектам.

Список слоёв системы следующий: кордоны, гербарные сборы, геоботанические описания, ключевые участки, ООПТ, реки, озёра, ландшафтная карта, границы муниципальных образований и фотографии.

Представленные слои основаны на базе векторных данных и опубликованы по протоколу WMS, что позволяет использовать не только в Веб-ГИС, но и в различных ГИС-приложениях, в том числе и настольных. Часть слоёв – интерактивные, что позволяет пользователю по клику на объектах, входящих в его состав, получать подробную информацию (гербарные сборы, геоботанические описания и фотографии).



*Рис. 7. Веб-ГИС Таймырского заповедника*

Следует отметить принципиальные различия между АИС и ГИС (веб-ГИС и т.п.) в области управления природопользованием:

1. Атласная информационная система ориентирована на широкий круг пользователей, в основном не обладающих навыками работы с геоинформационным ПО, а это исключает полноценное использование термина ГИС, т.к. подразумевается, что система напрямую не нуждается в специалисте со специфическими навыками.

2. Наличие большого числа пространственных данных на единую территорию (группу территорий), с единым уровнем генерализации, а также согласованных между собой, системно организованных, по темам, от простых сюжетов (аналитические карты) к сложным (синтетические), от обзорных карт к крупномасштабным, выполненных на единой картографической основе, в одном стиле проводит некоторую аналогию с географическим атласом.

3. Возможность проведения целенаправленного анализа для оптимизации управления конкретной территорией определяет узкую тематическую направленность системы, что также можно отнести к особенностям АИС.

АИС для управления природопользованием на ООПТ понятие сложно определимое, т.к. является многоуровневой концептуальной схемой использования геоинформационных технологий для принятия управленческих решений, ориентированной в данном случае на администрацию ООПТ. ГИС-эксперт выступает, не как лицо принимающее решение, а посредником между объективными геопространственными данными, легко управляемыми геоинформационными моделями, администрированием пользовательского интерфейса и конечным пользователем системы. Как и в случае с традиционными картографическими произведениями огромную роль играет адекватность отображения, т.е. качественная генерализация, подбор знаков, цветовое решение и дизайн в целом.

Безусловно для управления природопользованием на ООПТ необходим исчерпывающий набор входных данных, в том числе природной и социально-экономической тематики. В зависимости от наличия или отсутствия того или иного набора данных будут доступны различные типы анализа и в конце концов различные по сложности и гибкости управленческие решения. Также большую роль играет сама функциональность системы.

На основе рассмотренных проблем управления природопользованием на ООПТ, а также опыта использования ГИС в управлении природопользованием предложена концептуальная схема применения геоинформационных технологий для управления природопользованием. Концептуальная схема представлена в виде блочной системы со следующими элементами: инвентаризация, анализ и стратегическое планирование (рис. 8).



**Рис. 8.** Концептуальная схема использования геоинформационных технологий для управления природопользованием

Целью процесса инвентаризации с позиций применения геоинформационных технологий в практике управления является интеграция данных на единой пространственной основе и обеспечение их совместного использования. Вопросы интеграции данных напрямую связаны с проектированием базы данных ГИС. Содержание базы данных определяется сутью явления, характером его пространственного распространения и задачами, для которых она создается [Лурье, 2010].

Для целей управления природопользованием в среде ГИС на основе блока инвентаризации проводится пространственный анализ и подготовка исходных данных для выработки сценариев развития и принятия стратегических решений в области оптимизации природопользования.

Стратегический блок представляет собой сопряженную систему из подблока «Принятия решений» и подблока «Сценариев управления природопользованием» (Базы знаний по управлению природопользованием). Подблок «Принятия решений» – это в некотором роде экспертная подсистема ГИС, представленная на практике машиной логического вывода, соотносящая информацию от эксперта с информацией, хранящейся в базе знаний по управлению природопользованием и вырабатывающая результат, на котором основывается решение. Экспертная система обладает способностью объяснить, почему предложено конкретное решение. Для полноценной работы экспертной системы необходимы различные сценарии решения поставленной задачи. Подблок сценариев управления представляет собой базу знаний реализованную на основе инструментов блока пространственного анализа. Конечным моментом при выработке сценариев является применение так называемой многокритериальной теории полезности и метода анализа иерархий [Ларичев, 2002], а также многокритериальных решений задач диверсификации природопользования на ООПТ.

Принятие управленческих решений на основе геоинформационных технологий, в том числе о наборе входных данных, параметрах используемых геоинформационных моделей проводится ГИС-специалистом и экспертом в области охраны природы. На практике раскрыть весь потенциал ГИС и достигнуть желаемого результата со стороны лица принимающего решение редко удается. В связи с чем, предлагается использование атласных информационных систем, ориентированных на конечного пользователя. В данном случае конечным продуктом является не результат пространственного анализа, проведенного на основе геоинформационных технологий, а сама система и руководство по ее использованию.

**Концептуальная схема АИС.** На основе предложенной концептуальной схемы использования ГИС в управлении природопользованием на ООПТ предложена соответствующая модель АИС. *Атласная информационная система для управления природопользованием на ООПТ (АИС ООПТ) – это систематизированный набор геопространственных данных с возможностью анализа и принятия управленческих решений, позволяющим моделировать многоуровневый виртуальный ландшафт ООПТ, а также создавать интерактивную среду для управления природопользованием на ООПТ.*

По аналогии с ГИС [Основы геоинформатики, 2004] АИС ООПТ обладает рядом *функций*:

*Ввод и хранение* – АИС поддерживает загрузку новых данных и ограниченное управление базой данных (т.к. инструментарий АИС ограничен и ориентирован на пользователя, подразумевается, что данные преобразованы в ГИС-пакете, т.е. соответствуют основным требованиям (полнота, достоверность, точность [Лурье, 2010], требованиям к системе координат и картографической проекции, обменному формату данных и т.п.), АИС поддерживает хранение данных и манипуляции с ними на сервере, в т.ч. копирование, удаление, экспорт/импорт и др. для решения профильных задач;

*Геоанализ и моделирование* – АИС обладает функциональными возможностями, присущими ГИС для решения конкретных задач, в данном случае для управления природопользованием на ООПТ, решения конфликтных ситуаций и принятия решений;

*Визуализация* – главная функция АИС, т.к. основой системы является картографическое представление тематических данных и результатом геоанализа в наиболее понятной и удобной форме для решения конкретных задач управления ООПТ.

В связи с определенными функциями АИС ООПТ, система обладает рядом *принципов*, в том числе:

1. Системность – АИС является системой, т.е. комплексом взаимодействующих компонентов и соответственно обладает следующими свойствами: целостность (связи между компонентами АИС сильнее, чем с внешними компонентами, т.е. существует некоторая граница системы, тематическое содержание имеет определенные рамки, связанные с целевой направленностью АИС), эмерджентность (возможности компонентов системы в совокупности больше, чем по отдельности, тематические карты по отдельности обладают меньшим потенциалом для принятия решений, чем атлас), иерархичность (АИС ООПТ состоит из подсистем и сама является подсистемой, т.е. на высшем уровне система вписывается в АИС региона, страны, глобальную систему, на уровне ниже в АИС ООПТ вписываются АИС объектов ООПТ и т.п.);

2. Согласованность – данные в АИС заранее подготовлены и согласованы между собой, обладают единым уровнем генерализации и пригодны для анализа на определенном масштабном уровне, а также соответствуют геоинформационным моделям, используемым в АИС;

3. Ориентация на пользователя – АИС ООПТ является удобным инструментом для использования в практике управления не специалистами в области ГИС, инструментарий АИС доступен для понимания и обладает интуитивно-понятным интерфейсом;

4. Целесообразность – АИС ООПТ ориентирована на решение конкретной задачи, в связи с чем обладает определенной функциональностью. Наличие большого количества инструментов и данных, зачастую не нужных для управления качественно отличает экспертную ГИС от пользовательской АИС;

5. Мультимасштабность – данные АИС ООПТ представлены на нескольких территориальных уровнях, в связи с чем возникает проблема качественного перехода в пространстве масштабов, что решается при помощи принципов мультимасштабного картографирования [Самсонов, 2011];

6. Интерактивность – АИС является системой, интегрирующей информацию из различных источников, в том числе геоинформационных, мультимедийных и телекоммуникационных, которые в том числе обеспечивают взаимодействие между пользователями и различными платформами;

7. Интероперабельность – возможность доступа к АИС с различных платформ, что в лучшей степени обеспечивается применением объектно-ориентированных языков программирования (JavaScript) и API;

8. Динамичность – АИС представляет собой полноценный атлас с возможностью тематической навигации, доступа к сторонним ресурсам и полноценным использованием мультимедиа. Данное требование отличает АИС от бумажного атласа или атласа, подготовленного для печати;

9. Интеллектуальность – АИС обладает функциями экспертной системы, заранее обученной и обучаемой в процессе работы с возможностью осуществления помощи в принятии решения или выборе заранее подготовленного сценария развития;

10. Дизайн – ключевую роль в облегчении восприятия информации и, в конце концов, принятии управленческих решений является качественное оформление, цветовое решение и картографический дизайн;

11. Мультимедийность – АИС представляет собой взаимоувязанный набор пространственных и мультимедийных данных, в т.ч. фото, видео и аудиоинформации.

АИС ООПТ является сложной системой, а ее разработчиком является лицо или группа лиц, обладающих навыками проектирования и администрирования интегрированных баз геоданных, настройкой СУБД, веб-дизайном, а также работой в геоинформационном программном обеспечении.

Проектирование АИС ООПТ можно разделить на следующие этапы:

1. Инвентаризация – сбор, подготовка и предобработка пространственных и статистических данных.

2. Разработка инструментов геоанализа на базе геоинформационного ПО (в данной работе используется ГИС-пакет ArcGIS 10.2).

3. Разработка картографического оформления проекта.

4. Публикация веб-сервисов ГИС (на базе ArcGISforServer).

5. Создание специальных веб-приложений.

6. Веб-дизайн портала АИС ООПТ.

7. Тестирование АИС ООПТ.

В следующих разделах будут рассмотрены некоторые концептуальные особенности проектирования АИС ООПТ

**Инвентаризация данных в атласных информационных системах для управления природопользованием на ООПТ.** Инвентаризация данных является ключевым этапом применения любых информационных технологий. Целью инвентаризации является интеграция данных на единой основе, обеспечение их совместимости для последующей полноценной работы. К функциям данного этапа можно отнести такие ключевые функции информационных систем, как ввод, хранение и предобработка данных.

Вопросы интеграции пространственных данных напрямую связаны с проектированием базы геоданных. База геоданных – это совокупность пространственных данных, организованных по правилам, общим для технологий баз данных. Концептуальное представление окружающего мира в БД ГИС связано с моделями пространственных объектов. Традиционно пространственные данные подразделяются на взаимосвязанные составляющие: позиционные (геометрия) и непозиционные (семантические, атрибутивные) данные.

Пространственные объекты классифицируются в соответствии с характером локализации объектов, которые они отражают в реальности, и модели данных, используемой для их описания. Современные ГИС оперируют следующими типами пространственных объектов: точка, линия, полигон и ячейка. Для их описания используются две модели данных и их модификации – векторная и растровая.

Растровая модель – цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности пикселей или ячеек с присвоенными им значениями класса объекта. Данная модель предполагает позиционирование объектов указанием их положения в соответствующей растру прямоугольной матрице одинаково для всех типов пространственных объектов (точек, линий и полигонов).

Векторная модель – цифровое представление точечных, линейных, площадных и объемных пространственных объектов в виде набора координатных пар, с описанием только геометрии объектов.

Рекомендуемая организация интегрированной базы пространственных данных представлена на рис. 9 и соответствует концептуальной схеме использования геоинформационных технологий в практике управления природопользованием.



Рис. 9. Логическая схема базы данных АИС ООПТ

База пространственных данных необходима для интеграции разнородной пространственной информации из различных источников на единой координатной основе (космические снимки и краудсорсинговая геоинформация, схемы дешифрирования, тематические и топографические карты, данные полевых наблюдений и др.). Для целей принятия управленческих решений на ООПТ целесообразно наполнять базу пространственных данных следующей пространственной и связанной с ней статистической информацией:

- Границы ООПТ и функциональное зонирование.
- Компоненты природной среды: рельеф, почвенный и растительный покров, животный мир, климат, водные ресурсы, опасные природных процессы, ландшафты и экосистемы, антропогенная трансформация ПТК.
- Инфраструктура: Транспортная (дороги, авиа и водные маршруты), рекреационная (туристические тропы, стоянки, аншлаги, смотровые площадки), промышленная (промышленные объекты).
- Населенные пункты.

- Землепользование.
- Уникальные природные объекты: ареалы обитания краснокнижных видов флоры и фауны, памятники природы.
- Памятники археологии и культуры.
- Данные дистанционного зондирования.

Кроме представленных категорий данных целесообразно использовать так называемые подложки, базовые основы и продукты, которые подключаются к базе данных по протоколу WMS. К данной категории данных можно отнести мультимасштабные подложки Google, Bing, ESRI, Росреестр, Космоснимки и др.

База статистических данных – является дополнением к базе пространственных данных. В ней содержится информация о результатах ресурсного и экологического мониторинга, организованного по единой системе. Создавать статистическую базу данных отдельно целесообразно по нескольким причинам:

1. Хранить непозиционную информацию в базе пространственных данных достаточно неудобно, а иногда и не возможно, в связи с ограничениями, накладываемыми производителями программного обеспечения.
2. Обрабатывать и редактировать статистическую непостранственную информацию удобнее в специализированных программных пакетах.
3. По общему идентификатору статистическую базу и базу пространственную данных легко связать и проводить в ГИС-среде только геостатистический анализ в отрыве от задач непостранственной инвентаризации.

Данные из статистической базы также возможно отдельно использовать на базе АИС ООПТ для статистического анализа.

База метаданных содержит информацию о данных (данные о данных) – как статистических, так и пространственных. Метаданные необходимы для выполнения поиска, оценки качества данных, определения их соответствия требованиям. Необходимый и достаточный набор метаданных включает информацию о пространственно-временных характеристиках пространственных данных, их качестве, обновлении и авторах. С точки зрения АИС метаданные нужны больше не для оценки качества, т.к. данные заранее подготовлены для работы, а для общего представления об актуальности, авторстве и об ограничениях использования.

**Система поддержки принятия решений в атласных информационных системах для управления природопользованием на ООПТ.** Под принятием решения понимается особый процесс человеческой деятельности, направленный на выбор наилучшего варианта из нескольких возможных. Для разработки системы принятия управленческих решений на основе пространственного анализа в АИС ООПТ используется метод анализа иерархий (МАИ).

Метод анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process) предложен Т. Саати (университет г. Питтсбург, США) в 70-х гг. XX в. для моделирования многокритериальных задач принятия решений (ЗПР) [Саати, 1989].

Идея метода состоит в структуризации ЗПР путем построения многоуровневой иерархии, объединяющей все представляющие интерес компоненты задачи (главная цель, подцели, действующие силы, критерии, исходы, альтернативы и т.п.), которые далее сравниваются между собой с помощью специально разработанных для этого процедур. В результате становится возможным получение численных оценок интенсивности взаимовлияния элементов иерархии, на основе которых оцениваются степени предпочтительности альтернатив относительно главной цели.

Таким образом, МАИ представляет собой комплексную схему анализа и моделирования многокритериальных ЗПР, охватывая следующие этапы указанного процесса:

- 1) структуризация задачи и формализация связей между ее элементами;
- 2) моделирование процедур критериального оценивания и предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР);

3) синтез решающего правила и установление предпочтений на множестве альтернатив.

Помимо наглядности и хорошей интерпретируемости получаемых моделей, а также относительной простоты вычислений, можно отметить следующие дополнительные преимущества МАИ:

– Построение иерархии хорошо согласуется с принципами системного подхода и может оказать существенную помощь исследователю при анализе задачи – в частности, иерархизация помогает обеспечить отсутствие «пробелов» в модели, а также выявить ситуации, связанные с избыточностью ее компонентов, возможностью дублирования расчетов и др.;

– Метод предоставляет процедуры оценки и сравнения альтернатив по неизмеримым (выражающим качественные понятия), субъективным критериям. Эти же процедуры могут использоваться для формализации предпочтений на множестве критериальных оценок, измеренных в произвольной (в том числе номинальной или порядковой) шкале, а также для выявления степеней относительной важности критериев;

– Метод устойчив к небольшим нарушениям согласованности (транзитивности) суждений ЛПР и экспертов.

МАИ ориентирован в первую очередь на построение моделей выбора на конечном множестве заранее известных альтернатив.

Универсальной процедуры построения иерархии не существует – конкретный вид иерархии определяется прежде всего взглядом ЛПР или исследователя на проблему. Простая схема иерархии на примере управления природопользованием на ООПТ представлена на рис. 10.

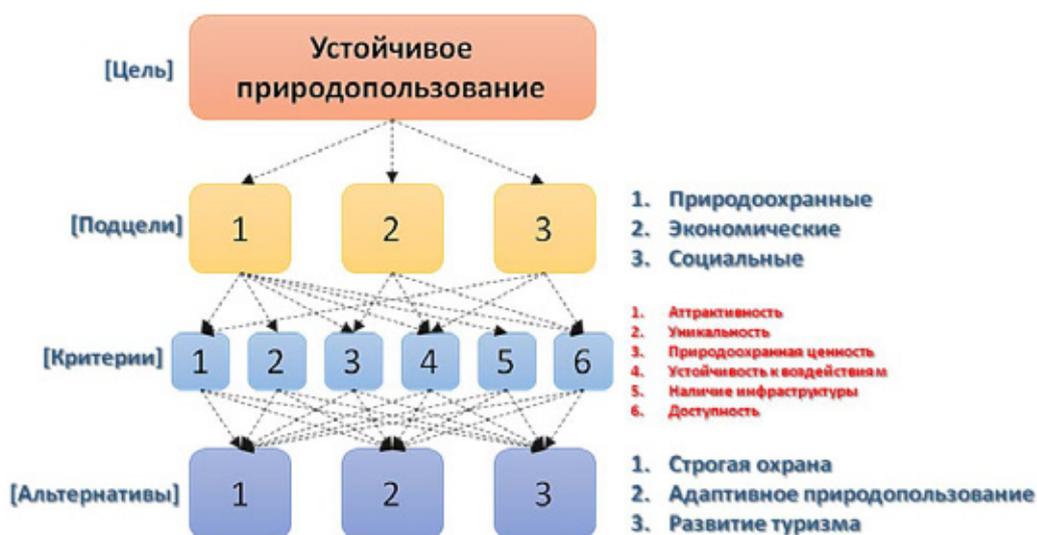


Рис. 10. Алгоритм метода анализа иерархий при управлении природопользованием на ООПТ

В простейшем варианте многокритериальной ЗПР иерархия строится по следующей схеме: главная цель – критерии достижения – альтернативы.

Моделью оценки интенсивности взаимодействия элементов иерархии является весовая функция, которая задает приоритеты дочерних элементов по отношению к родительским (локальные приоритеты), и интерпретация приоритетов зависит от содержательного смысла соответствующей иерархической связи.

Для вычисления приоритетов разработан ряд методов, среди которых основными являются метод парных сравнений.

В целом построение модели выбора альтернатив на основе метода анализа иерархий включает следующие основные шаги:

- 1) анализ задачи и построение иерархии;
- 2) вычисление локальных приоритетов и проверка согласованности суждений;
- 3) синтез приоритетов альтернатив относительно главной цели и общая оценка согласованности иерархии.

Приведем пример решения задач принятия решений в области управления природопользованием на ООПТ.

Стоит задача выбрать оптимальный тип природопользования на участке ООПТ с точки зрения устойчивого развития территории. Имеется три альтернативы: строгая охрана, адаптивное природопользование и развитие туризма, существует три точки зрения: природоохранная, экономическая и социальная. Альтернативы обладают следующими характеристиками – в первом случае достаточно только охранных мероприятий, минимизация всех остальных задач ООПТ, в т.ч. научной и эколого-просветительской деятельности в т.ч. и организация экологического туризма, также сокращение бюджета на хозяйственные нужды и поддержание материального фонда ООПТ. На поддержание строгой охраны тратятся средства ООПТ, при этом в будущем территория не нуждается в дорогостоящем восстановлении первоначальных функций природных территориальных комплексов. Вторая альтернатива – организация рекреационного природопользования и максимально возможная минимизация воздействий на природную среду (прокладка специальных настильных троп, канатных дорог, минимальный поток туристов, специальный штат сотрудников, поддерживающих строгий порядок локальной рекреационной системы, строгая охрана), соответственно для поддержания устойчивости данного типа природопользования необходим брендинг территории для налаживания стабильно высокого дохода от экскурсий, большие вложения в строительство сложной инфраструктуры и оплаты труда специального штата сотрудников, вклад в материальную базу заповедника, организация научно-исследовательской и эколого-просветительской деятельности, при этом большая часть средств «остаётся» на данном участке, при этом требуется значительный стартовый капитал, а также есть высокие риски не окупить организацию такого природопользования, в будущем территория не будет нуждаться в восстановлении, т.к. природопользование строго подчинено природоохранным принципам. Третья альтернатива – развитие массового туризма без серьезных вложений в инфраструктуру и организационную часть, максимальное использование рекреационного потенциала территории, периодическая организация экологических исследований, в большей степени ориентированных на рекреационный мониторинг, небольшие вложения в поддержания материальной базы участка ООПТ, большая часть средств «уходит» с территории, в будущем необходимо восстанавливать первоначальный облик ландшафта, проводить дорогостоящую рекультивацию.

На основе аналитических функций АИС вырабатываются критерии оценки, и по каждому проводится оценка. Для решения конкретной задачи представлен следующий список критериев: аттрактивность, уникальность, природоохранная ценность, устойчивость к воздействиям, наличие инфраструктуры, доступность. Территория имеет конкретные параметры по каждому критерию, например, аттрактивность – открытый горный пейзаж, уникальность – проявления активного вулканизма, природоохранная ценность – уникальный объект, не имеющий аналогов, наличие краснокнижных видов и эндемиков, устойчивость к воздействиям – низкая, из-за вулканических процессов, наличие инфраструктуры – отсутствует, доступность – 200 км до ближайшего населенного пункта, только на вертолете. Значимость данных критериев оценивается с различных точек зрения. Точки зрения, которые представлены заинтересованными группам лиц следующие: природоохранные (ученые, природоохранные организации), экономические (туристические агентства), социальные (местные школы, ассоциации коренных народов и т.п.).

Значимость критериев оценивается попарно с каждой точки зрения и образуется симметричная матрица, например, как в таблице 4 (проводится оценка значимости критериев с экономической точки зрения).

Оценки значимости между критериями можно представить по фундаментальной шкале (табл. 5), где каждый элемент соответствует некоторой степени превосходства одного критерия над другим.

Таблица 4

## Оценка значимости критериев с экономической точки зрения (пример)

1 фактор\ 2 фактор	Аттрак- тивность	Уни- каль- ность	Природо- охранная ценность	Устойчи- вость к воз- действиям	Наличие инфра- структуры	Доступ- ность
Аттрактивность	1	5	7	5	2	2
Уникальность	1/5	1	5	7	1/3	1/3
Природоохран- ная ценность	1/7	1/5	1	1/5	1/7	1/7
Устойчивость к воздействиям	1/5	1/7	5	1	1/7	1/5
Наличие инфра- структуры	1/2	3	7	7	1	1/3
Доступность	1/2	3	7	5	3	1

Таблица 5

## Шкала превосходства критериев

Степень превосходства	Интерпретация
1	Равная значимость критериев
3	Слабое превосходство
5	Существенное превосходство
7	Очевидное превосходство
9	Абсолютное превосходство
2,4,6,8	Компромиссные уровни

В результате парного сравнения определены соотношения между критериями и определены значения приоритетов  $w$  по формуле  $w_i = 1/\sum d_i$ , где  $d$  – вербальные оценки превосходства. Так, например, с экономической точки зрения, получилось следующие приоритеты критериев (табл. 6).

Таблица 6

## Приоритеты критериев с экономической точки зрения

Аттрактивность	0,39
Уникальность	0,08
Природоохранная ценность	0,03
Устойчивость к воздействиям	0,04
Наличие инфраструктуры	0,15
Доступность	0,25

\* Сумма приоритетов всегда равна 1

Аттрактивность, получила наивысший балл, как прямое выражение рекреационного потенциала территории, так же значимыми оказались наличие инфраструктуры и доступность территории. Другие критерии, не получили высокой оценки, т.к. с экономической точки зрения не представляют особого интереса.

Аналогичные парные сравнения проводятся со всех точек зрения, при этом возможно выбирать значимые критерии для той или иной альтернативы.

По всем результатам сравнений образуется общая матрица соотношения критериев и подцелей (точек зрения) (табл. 7).

Аналогичные процедуры проводятся при сравнении альтернатив с точки зрения критериев, и в результате также образуется общая матрица альтернативы-критерии (табл. 8).

Таблица 7

Общая матрица приоритетов критериев по подцелям ( $W_1$ )(пример)

Критерии\Аспекты	Природоохранные	Экономические	Социальные
Аттрактивность	A1	1	C1
Уникальность	A2	0,63	C2
Природоохранная ценность	A3	0,08	C3
Устойчивость к воздействиям	A4	0,30	C4
Наличие инфраструктуры	A5	0,86	C5
Доступность	A6	0,88	C6

Таблица 8

Общая матрица результатов сравнения альтернатив по критериям ( $W_2$ ) (пример)

Альтернативы\Критерии	Аттрактивность	Уникальность	Природоохранная ценность	Устойчивость к воздействиям	Наличие инфраструктуры	Доступность
Строгая охрана	A1	B1	C1	D1	E1	F1
Адаптивное природопользование	A2	B2	C2	D2	E2	F2
Развитие туризма	A3	B3	C3	D3	E3	F3

В конце анализа ЛПР, в качестве которого выступает администрация ООПТ, проводит оценку значимости подцелей относительно общей цели (устойчивого развития природопользования), в результате которой образуется матрица сравнения (таблица 9).

Таблица 9

Матрица результатов сравнения подцелей ( $W_3$ ) (пример)

Критерии\Аспекты	Природоохранные	Экономические	Социальные
Природоохранные	A1	B1	C1
Экономические	A2	B2	C2
Социальные	A3	B3	C3

На следующем этапе проводится иерархический синтез результатов по следующей формуле  $A=W_1*W_2*W_3=(A_1;A_2;A_3)$ . Таким образом, для каждой альтернативы определены приоритеты, исходя из которых принимается управленческое решение. Кроме иерархического синтеза, возможно рассчитать общую согласованность иерархии и глобальный индекс согласованности [Саати, 1989], для общей оценки несогласованности суждений между различными группами экспертов.

На основе метода анализа иерархий возможно подготавливать управленческие решения не только по приведенным в примере целям, подцелям, критериям и альтернативам, но и по любым другим. Метод является математической моделью выбора приоритетов, где входными данными являются только ответы о превосходстве тех или иных параметров.

На основе МАИ для АИС ООПТ был разработан модуль СППР, который представляет собой интерактивный конструктор формы, в результате которого создается опросник наподобие форм Google (рис. 11).

Форма конструируются автоматически при построении иерархии, т.е. выборе цели, подцелей, критериев и альтернатив. Выбор параметров иерархии происходит исходя из ответов ЛПР на соответствующие вопросы:

1. Сформулируйте цель, которую необходимо достигнуть на данном участке ООПТ.
2. Сформулируйте точки зрения, с которых будет проводиться анализ.
3. Выберите критерии для анализа из предложенных ниже (далее перечисляются слои инвентаризационного блока, по которым будет проводиться выборка атрибутов для конкретного

участка, например, при выборе слоя «ландшафты» выбираются те контура, которые попадают на данный участок, например, «открытый горнопустынный ландшафт шлаковых и лавовых полей» и т.п. соответственно выбранные контура становятся критерием для оценки).

4. Определите подходящие альтернативы природопользования для данной территории.

**Устойчивое природопользование**

Оцените значимость уязвимости относительно аттрактивности

- Аттрактивность абсолютно важнее уязвимости
- Аттрактивность очевидно важнее уязвимости
- Аттрактивность сильно важнее уязвимости
- Аттрактивность немного важнее уязвимости
- Аттрактивность и уязвимость равнозначны
- Уязвимость немного важнее аттрактивности
- Уязвимость сильно важнее аттрактивности
- Уязвимость очевидно важнее аттрактивности
- Уязвимость абсолютно важнее аттрактивности

Никогда не используйте формы Google для передачи паролей.

На платформе Google Drive

Форма создана в домене Google Press.

[Сообщение о нарушении](#) - [Условия использования](#) - [Дополнительные условия](#)

Рис. 11. Пример опросника на основе Google формы

Участки для принятия решений выбираются на основе построения карт противоречий природопользования на конкретном участке ООПТ или для сети ООПТ в целом, а также при конкретном выборе ЛПР.

Модуль СППР АИС ООПТ является универсальным инструментом для принятия управленческих решений на ООПТ. Модуль позволяет достаточно быстро и четко выбрать подходящие альтернативы на основе математической модели для конкретного конфликтного участка. С помощью него можно решать практически любые задачи, где нужно учесть несколько мнений (зачастую это практически все случаи) об управлении природопользованием на местном уровне (например, решение о способе прокладки тропы на конкретном участке), локальном (функциональное зонирование территории) или региональном уровне (развитие экологического туризма на конкретной ООПТ).

**Выводы.** Атласные информационные системы – новый этап развития геоинформационных технологий, формирующийся на стыке новейших достижений в области информационных и мультимедийных технологий, картографии и разработки управленческих решений.

В работе продемонстрирована методика создания атласной информационной системы для управления природопользованием на особо охраняемых природных территориях.

Управление природопользованием на ООПТ имеет свою специфику и ориентировано в первую очередь на устойчивое развитие системы «природная среда – общество – экономика». При нынешнем развитии сети ООПТ в России необходим новый подход к планированию природоохранной деятельности: от абсолютной заповедности к развитию природно-ориентированных видов природопользования, с максимально возможной минимизацией негативных воздействий на охраняемые экосистемы.

Актуальность данной проблемы связана в первую очередь с неправильным вектором развития большинства российских ООПТ, а именно увеличением интенсивности туристиче-

ских потоков, расточительном использовании природного «капитала», смена функций ООПТ (перевод национальных парков в заповедники), отсутствием надлежащей информационной базы для планирования и управления природопользованием.

*Благодарности.* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-30009).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атаева О.М., Кошкарев А.В., Медведев А.А., Серебряков В.А., Теймуразов К.Б. Инфраструктура пространственных данных для научных исследований [электронное издание]. – Российский научный электронный журнал. – 2012. Вып. 5. – код доступа: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2012/part5/АКМСТ>.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. М.: Логос, 2002. 392 с.
3. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. М.: КДУ. 2010, 424 с.
4. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
5. Самсонов Т.Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты. – 2011. Lambert Academic Publishing Saarbrucken. 208 с.
6. Тикунов В.С. Атласные информационные системы для принятия решений. – В Основы геоинформатики. Учебн. пособ. для студ. вузов. Под ред. В.С. Тикунова. М.: Академия, 2004. Кн. 2. С. 285–304.
7. Украинский П.А., Пожванов Г.А. ВЕБ-ГИС заповедника «Белогорье» (разработка, назначение, специфика): Материалы первого научно-методического семинара «ГИС и заповедные территории» 2013.
8. Elzakker C.V. 1993. The use of electronic atlases. In: Klinghammer, I., L. Zentai & F. Ormeling (Eds): Seminar on Electronic Atlases // Cartographic Institute of Eötvös Lorand University, Visegrad, Hungary. 145–155.
9. Hurni L. Multimedia Atlas Information Systems. 2008 // Encyclopedia of GIS. Springer. 759–763.
10. Kraak, J.-M. & F. Ormeling. 1996. Cartography: visualization of geospatial data. Longman, Essex.
11. Ormeling F. 1996. Functionality of Electronic School Atlases. In: Köbben, B., F. Ormeling & T. Trainor (Eds): Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases. Prague. 33-39.
12. Ramos C.-da S., & W. Cartwright. 2005. Atlases from paper to digital medium. In: Stefanikis, E., M.-P. Peterson, C. Armecanis & V. Delis (Eds.): Geo-Hypermedia'05, Proceedings of the 1. International Workshop on Geographic Hypermedia, Denver, Colorado, U.S.A.

---

V.M. Yablokov<sup>1</sup>, V.S. Tikunov<sup>2</sup>

#### ATLAS INFORMATION SYSTEMS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

*Abstract.* Concept of Atlas Information System (AIS) is stated. Similar to traditional paper atlases, the AIS provides the spatial information under present themes and extents. The AIS present

---

<sup>1</sup> M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, World Data Center for Geography, Moscow, 119991, Russia, Post-graduate Student; e-mail: vasily.yablokov@gmail.com.

<sup>2</sup> M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Integrated Mapping Laboratory, Moscow, 119991, Russia, Head, Doctor of Science, Professor; e-mail: tikunov@geogr.msu.ru.

information in the cartographical form, including the use of multimedia (photo, video and audio). The user of AIS can influence contents, appearance, visualization parameters by simple manipulations, i.e. to carry out so-called customization. The system also allows the users to display and analyze their own geoinformation. The AIS offers the interface easily understandable to inexperienced users and simplifying the process of interaction with difficult mechanisms of data processing. The AIS could be classified into two groups depending on the representation, first is a stand-alone program with the functions of updating and inquiries to server bases of spatial and non-spatial data, i.e. an independent desktop application, second is a web application which is on the server and is only online available.

**Key words:** atlas information systems, models of sustainable development of territories.

## REFERENCES

1. *Ataeva O. M., Koshkarev A.V., Medvedev A.A., Serebryakov V.A., Teimurazov K.B.* Infrastruktura prostranstvennykh dattych dlya nauchnykh issledovaniy [elektrommaya publikaciya] [Spatial data infrastructure for scientific research [electronic publication] ]. – Rossijskij elektronnyj nauchnij zhurnal. – 2012. Vyp. 5. – access code: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2012/part5/AKMST>. (in Russian).
2. *Larichev O.I.* Teorija i metody prinyatija reshenij, a takzhe Khronika sobytij v volshhebnykh stranah [Theory and methods of decision-making, and also Chronicle of events in Magic countries]: Uchebnik. Izd. Vtoroe, pererab. I dopolnen. M.: Logos, 2002. 392 p. (in Russian).
3. *Lurie I.K.* Geoinformacionnoe kartografirovanie [GIS mapping]. M: KDU. 2010, 424 p. (in Russian).
4. *Saaty T.L.* Prinaytie reshenij. Metod analiza ierarhij [Decision Making. Method of Hierarchy Analysis]. M.: Radio i svyaz, 1989, 316 p. (in Russian).
5. *Samsonov T.E.* Multimashtabnoe kartografirovanie rel'efa: obshegeograficheskie i gipso-metricheskie karty [Multiscale mapping of a relief: General geographical and hypsometric maps]. – 2011, Lambert Academic Publishing Saarbrucken. 208 p. (in Russian).
6. *Tikunov V.S.* Atlasnye informacionnye sistemy dla priniatija reshenij [Atlas information systems for decision making]. Osnovy geoinformatiki. Uchebnoe posobie dla studentov vyzov. Pod redakciej V.S. Tikunova. Moscow: Akademija, 2004. Kniga 2. Pp. 285–304. (in Russian).
7. *Ukrainskij P.A., Pozhvanov G.A.* Veb-GIS zapovednika «Belogor'e» (razrabotka, naznachenie, specifika) [WEB GIS reserve «Belogorye» (development, purpose, specificity)]: Materialy pervogo nauchno-metodicheskogo seminaru «GIS i zapovednye territorii» 2013. (in Russian).
8. *Elzakker C.V.* 1993. The use of electronic atlases. In: Klinghammer, I., L. Zentai & F. Ormeling (Eds): Seminar on Electronic Atlases // Cartographic Institute of Eötvös Lorand University, Visegrad, Hungary. 145–155.
9. *Hurni L.* Multimedia Atlas Information Systems. 2008 // Encyclopedia of GIS. Springer. 759–763
10. *Kraak, J.-M. & F. Ormeling.* 1996. Cartography: visualization of geospatial data. Longman, Essex.
11. *Ormeling F.* 1996. Functionality of Electronic School Atlases. In: Köbben, B., F. Ormeling & T. Trainor (Eds): Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases. Prague. 33-39.
12. *Ramos C.-da S., & W. Cartwright.* 2005. Atlases from paper to digital medium. In: Stefanikis, E., M.-P. Peterson, C. Armeçanis & V. Delis (Eds.): Geo-Hypermedia'05, Proceedings of the 1. International Workshop on Geographic Hypermedia, Denver, Colorado, U.S.A.