

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.946(470)

В.М. Яблоков¹, В.С. Тикунов²

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ АТЛАСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ИНТЕРНЕТА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Изложено авторское видение концепции веб-атласной информационной системы (АИС). Аналогично классическим бумажным атласам АИС представляет пространственную информацию в предустановленных темах и экстендах. АИС представляют информацию в картографическом виде, в том числе 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. Веб-АИС также можно разделить на две группы в зависимости от представления: во-первых, 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, веб-приложение, которое полностью находится на сервере и доступно только онлайн.

У двух способов есть свои плюсы и минусы, в первом варианте приложение может работать в любом случае, но с ограниченной функциональностью, при этом оно будет сложным для проектирования и соответственно для настройки, второй вариант полностью зависит от соединения с сетью, но при этом он более гибкий для настройки и работы с данными. В наши дни, когда всемирная паутина проникает во все уголки земного шара и качественная связь доступна практически везде, второй способ предпочтительнее из-за легкости настройки и больших возможностей кастомизации. Развитие языков программирования, веб-серверных архитектур позволяет с легкостью решать вопросы имплементации ГИС в мультимедийные структуры и наоборот, тем самым реализуя концепцию веб-АИС. На основе представленных концепций развития АИС и АИС на базе интернета предложена концепция веб-АИС для создания моделей устойчивого развития территорий.

Ключевые слова: атласные информационные системы, мультимедийные атласы, веб-системы, модели устойчивого развития территорий.

Введение. Атласные информационные системы (АИС) – новая тема в картографо-геоинформационной литературе, они представляют собой синтез достижений в области геоинформационных технологий, картографии и мультимедиа. В работе [Ormeling, 1996] дано первое определение АИС: компьютеризированная геоинформационная система, связанная с конкретной территорией в сочетании с тематической частью, где доминирующую роль играют карты.

Обзор литературы в области проектирования АИС, а также мультимедийных, веб-геоинформационных систем показал разнообразие подходов и концепций в этой области. Практически все авторы отмечают стремительное расширение сферы применения ГИС, а также экспоненциальный рост вовлечения новых пользователей. С течением времени меняются представления о роли геоинформационных приложений, а также о целях и задачах, которые ставит сообщество пользователей, и здесь немаловажная роль отводится АИС.

Материалы и методы исследования. Геоинформационные приложения становятся все удобнее для использования, но для полноценной работы по-прежнему необходимы серьезная техническая подготовка и экспертные знания. В то же время существуют мультимедийные технологии, цель которых – создание дружественной визуальной среды, в том числе для формирования качественных картографических представлений. С мультимедийными картами легко работать, но им не хватает функций пространственного анализа. Как указано в работе [Schneider, 1999], существует три подхода к интеграции ГИС с мультимедиа. Первый подход «мультимедиа и ГИС» [Bill, 1998; Craglia, Raper, 1995] демонстрирует расширение коммерческого программного обеспечения ГИС дополнительными мультимедийными элементами. Существенное преимущество этого подхода заключается в том, что функции ГИС остаются неизменными, в том числе система построения баз пространственных данных [Blat et al.,

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Центр мировой системы данных по географии, аспирант; *e-mail*: vasily.yablokov@gmail.com

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, заведующий, докт. геогр. н.; *e-mail*: tikunov@geogr.msu.ru

1995; Moreno-Sanchez et al., 1997; Olenderек et al., 1996]. Более того, некоторые национальные мультимедийные атласы также основаны на этом подходе, например Атлас Швеции [Ögren, 1997; Wastenson, Arnberg, 1997].

Второй подход – «ГИС в мультимедиа» способствует развитию высоких стандартов мультимедийных атласов. В рамках этого подхода интегрируется функциональность ГИС с мультимедийными системами, при этом графический пользовательский интерфейс может быть разработан независимо от ГИС. Кроме того, картографические и ГИС-функции могут быть индивидуально адаптированы для удовлетворения конкретных потребностей обычных пользователей мультимедийного атласа. Несмотря на эти важные преимущества, существует несколько недостатков. Во-первых, этот подход очень трудоемкий; во-вторых, он не поддерживает структуры и форматы пространственных данных, которые в равной степени обеспечивают высокое картографическое качество и функциональность ГИС. Большинство мультимедийных атласов, например национальные атласы Австрии [Kelnhofer et al., 1999], Германии [Lambrecht, 1999] и США [Wright, 1999], предлагает высокое качество визуализации, но им не хватает такой функции ГИС, которая выходила бы за рамки простых измерений и запросов к базе данных. Чтобы преодолеть эти недостатки, в работе [Bär, Sieber, 1999] предложен третий подход, специально предназначенный для разработки мультимедийных атласов, – «ГИС, картография и мультимедиа». Новая структура позволяет достигнуть не только оптимальной картографической визуализации, но также предполагает функциональность географических информационных систем. Этот подход реализован при разработке первой редакции Атласа Швейцарии [2000]. По сути, такой подход полностью согласуется с концепцией АИС, предложенной в [Ormeling, 1995, 1996].

По уровню интерактивности и аналитическим возможностям [Краак, Ормелинг, 2005; Kraak, 1996; Ramos, 2005; 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 том числе, осуществлять запросы к базе данных, редактировать, анализировать и визуализировать новые данные;

В работе [Тикунов, 2004] отмечается, что по функциональным возможностям АИС 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 ана-

лиз, вплоть до разработки возможных вариантов развития таких комплексных систем, как природа–общество–хозяйство. В АИС реализован 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 взаимосвязанный набор пространственных и мультимедийных данных, которые облегчают восприятие и в конечном счете принятие решений.

В работе [Hurni, 2008] дано определение мультимедийной атласной информационной системы (МАИС) и описаны ее основные функции. МАИС – 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, 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 объекты в 2-, 2,5- и 3-мерном виде. МАИС, в отличие от ГИС, в первую очередь представляет собой картографическое произведение с картами, ориентированными на пользователя, а также с адаптацией сложных аналитических функций ГИС для решения конкретных задач. МАИС имеет мультимедийную составляющую в виде аудио-, видео-, фотоинформации, анимации, диаграмм и теста. МАИС – оболочка, которая поставляется как автономная система на электронных носителях или все чаще, особенно в последнее время, через интернет в виде веб-картографических информационных систем. Основные функции МАИС представлены в таблице [Hurni, 2008].

Основные функции МАИС, по [Hurni, 2008]

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-, видеоизображения, 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 другими элементами топологии
	Тематические запросы	Запрос по атрибутам, доступ к статистической базе данных
	Аналитические функции	Буферизация, операции оверлея слоев, анализ поверхности

В эпоху развития информационных технологий, в том числе интернета, ГИС, мультимедиа и их сочетания находят отражение в веб-пространстве. По сути, третье направление, т.е. «ГИС, картография и мультимедиа», но уже в виде веб-приложения является реализацией концепции веб-атласной информационной системы (веб-АИС).

Результаты исследований и их обсуждение.

АИС, аналогично классическим бумажным атласам, представляет пространственные данные в представленных темах и масштабах. АИС представляют требуемые сведения в картографическом виде, в том числе с использованием мультимедиа (фото, видео, аудио). Пользователь АИС может влиять на содержание, внешний вид, параметры визуализации путем простых манипуляций, т.е. проводить индивидуальную настройку. Система может также позволить пользователю отображать и анализировать собственные данные. АИС предлагает интерфейс, понятный неопытным пользователям, и упрощает процесс взаимодействия со сложными механизмами обработки данных. Веб-АИС также можно разделить на две группы в зависимости от представления: 1) отдельное приложение с функциями обновления и запросами к серверным базам пространственных и непространственных данных по необходимости, т.е. в большей степени автономное настольное приложение; 2) веб-приложение, которое полностью находится на сервере и доступно только онлайн.

У двух способов есть свои плюсы и минусы, в первом варианте приложение может работать в любом случае, но с ограниченной функциональностью, но при этом оно будет сложным для проектирования и, соответственно, для настройки, второй вариант полностью зависит от соединения с сетью, при этом он более гибкий для настройки и работы с данными. При доступности качественной связи второй способ предпочтительнее из-за легкости настройки и большей возможности индивидуальной настройки. Развитие языков программирования, веб-серверных архитектур позволяет с легкостью решать вопросы применения ГИС в мультимедийных структурах и наоборот тем самым реализуя концепцию веб-АИС.

АИС на базе интернета, как правило, следует классической клиент-серверной парадигме. Также отметим принцип модульности построения, который описан в работе [Jenny et al., [2006]. Модульность позволяет настраивать клиентское программное обеспечение путем интеграции только необходимых функциональных групп, что дает несколько преимуществ:

- 1) размер клиентского программного обеспечения сводится к минимуму, что сокращает время загрузки;
- 2) пользовательский интерфейс содержит только необходимые для работы элементы, исключая лишние;

3) модульность позволяет проектировать специализированные приложения в режиме реального времени с целью получения «индивидуальной» веб-АИС.

Для проектирования модульных веб-АИС используется кросс-платформенный язык JavaScript, для которого в настоящее время существует множество доступных библиотек, в том числе картографических.

На основе представленных концепций развития АИС, в том числе на базе интернет-технологий, нами предложена концепция веб-АИС для экологически сбалансированного развития территорий.

Веб-АИС – сложная система, а ее разработчик – лицо или группа лиц, обладающих навыками проектирования и администрирования интегрированных баз геоданных, настройки СУБД, веб-дизайна, а также работы в геоинформационном программном обеспечении.

Проектирование веб-АИС можно разделить на следующие этапы:

- 1) инвентаризация – сбор, подготовка и преобразование пространственных и статистических данных;
- 2) разработка инструментов геоанализа на базе геоинформационного ПО;
- 3) разработка картографического оформления проекта;
- 4) публикация веб-сервисов ГИС;
- 5) создание специальных веб-приложений;
- 6) веб-дизайн портала АИС;
- 7) тестирование веб-АИС.

Логическая структура реализации веб-АИС представлена на рис. 1.

Интегрированная база геоданных необходима для объединения разнородной пространственной и

статистической информации, а также метаданных из различных источников. Для целей принятия управленческих решений в области обеспечения экологически сбалансированного развития территорий целесообразно наполнять базу пространственных данных следующей пространственной и связанной с ней статистической информацией:

компоненты природной среды: рельеф, почвенный и растительный покров, животный мир, климат, водные ресурсы, опасные природные процессы, ландшафты и экосистемы, антропогенная трансформация ПТК;

инфраструктура: транспортная (дороги, авиа- и водные маршруты), рекреационная (туристические тропы, стоянки, аншлаги, смотровые площадки), промышленная (промышленные объекты);

административное деление, в том числе границы населенных пунктов и их характеристики;

землепользование, в том числе экологический каркас региона – сеть местных, региональных и федеральных ООПТ;

ареалы обитания видов флоры и фауны, занесенных в Красные книги;

памятники природы, археологии и культуры;

данные дистанционного зондирования, в том числе космо- и аэрофотоснимки;

архивные геопривязанные картографические материалы.

Кроме указанных категорий данных целесообразно использовать готовые веб-приложения – готовые мозаики космоснимков, кадастровые карты и т.п.

Метаданные необходимы для выполнения поиска, оценки качества данных, определения их соответствия требованиям. Необходимый и достаточный набор метаданных включает информацию о про-

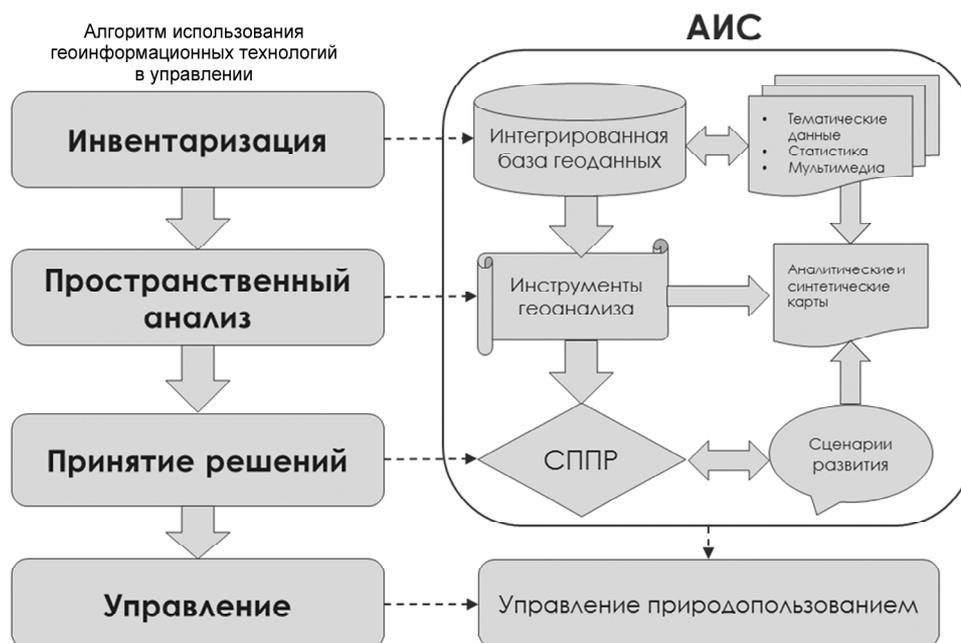


Рис. 1. Логическая схема АИС

Fig. 1. Logical scheme of AIS

странственно-временных характеристиках пространственных данных, их качестве, обновлении и авторах. С точки зрения АИС метаданные больше нужны не для оценки качества, так как данные заранее подготовлены для работы, а для общего представления об актуальности, авторстве и ограничениях использования.

Веб-АИС построена на основе клиент-серверной архитектуры и представлена следующими элементами (рис. 2).

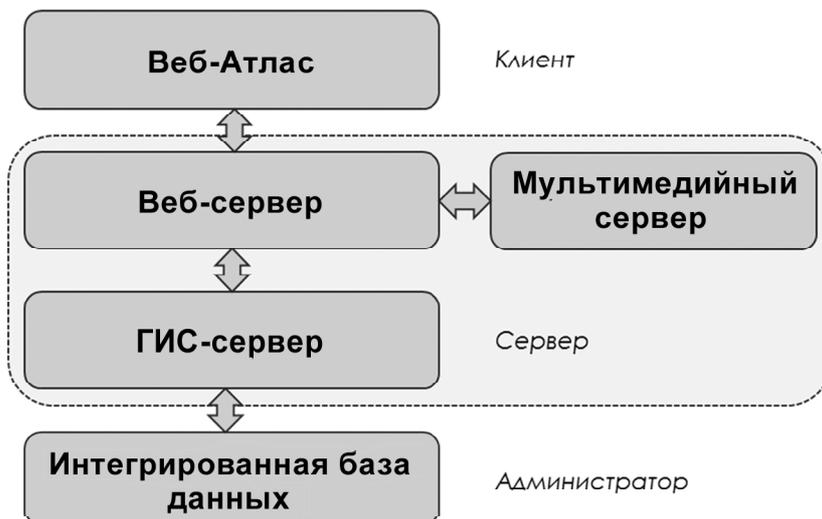


Рис.2. Клиент-серверная архитектура веб-АИС

Fig. 2. Client-server architecture of web-AIS

Элементы, относящиеся к клиенту, – собственно браузер и интернет-портал веб-атласа, который подгружает необходимые элементы с веб-картографического и мультимедийного сервера. Веб-картографический сервер в свою очередь связан с ГИС-сервером, который служит распределителем пространственных данных. Пространственные данные на ГИС-сервер поставляются посредством настольных ГИС-приложений и другого обеспечения через системы управления базами данных, которые администрируются экспертами.

Структура веб-АИС отражает три направления работы: визуализацию, анализ и принятие решений.

Визуализация носит функции обычного картографического произведения с интерактивными элементами, а также с базовыми картометрическими возможностями применения геоинформационных технологий, в том числе измерение расстояний, площади и координат.

Пример стандартной страницы, предложенного нами веб-атласа (рис. 3), отражает базовые функции на данном уровне – простейшие ГИС-инструменты, интерактивные элементы, возможность индивидуальной настройки.

Стандартная страница веб-атласа состоит из 5 активных полей, в том числе 2-х картографических и 3-х тематических.

Первое картографическое поле базовое, оно отображает выбранную тему на конкретный масштабный уровень.

Все объекты картографического поля интерактивны и по запросу кликом выдают информацию в всплывающем окне. Второе картографическое поле отображает следующий масштабный уровень от базового изображения той же тематики или, если нет аналогов для тематики, общегеографическую карту; оно предназначено для переключения первого экзента на другой масштабный уровень, а также для отображения территории базового отображения как части другого масштабного уровня.

В веб-АИС заложено несколько масштабных уровней: местный (природные объекты, поселения), локальный (ООПТ, группы поселений, бассейны малых рек), региональный (субъект страны, бассейны крупных рек, экологический каркас территории), федеральный (страна, сеть ООПТ России и т.п.), глобальный.

Первое активное тематическое поле отображает ссылки на другие тематические разделы первого картографического окна, второе поле является функциональным для отображения параметров визуализации, третье поле отображает легенду. Все поля интерактивны и дают возможность переходить на другие страницы или темы.

На странице также присутствуют кнопки и интерактивные меню, которые позволяют переходить на тематические страницы веб-атласа, задавать функции отображения, масштабировать базовое картографическое отображение.

В АИС можно настроить параметры функций отображения, внешний вид веб-АИС, в том числе расположение окон, структуру представления и цветовую гамму атласа, также доступны расширенные настройки веб-приложения – подключение дополнительных картографических подложек по стандартным протоколам.

Основное отличие веб-АИС от геопортала заключается (среди прочего) в наличии ГИС-функций, доступных в разделе «Анализ».

Функции являются целесообразными темами, освещенными в веб-атласе и направленные на ана-

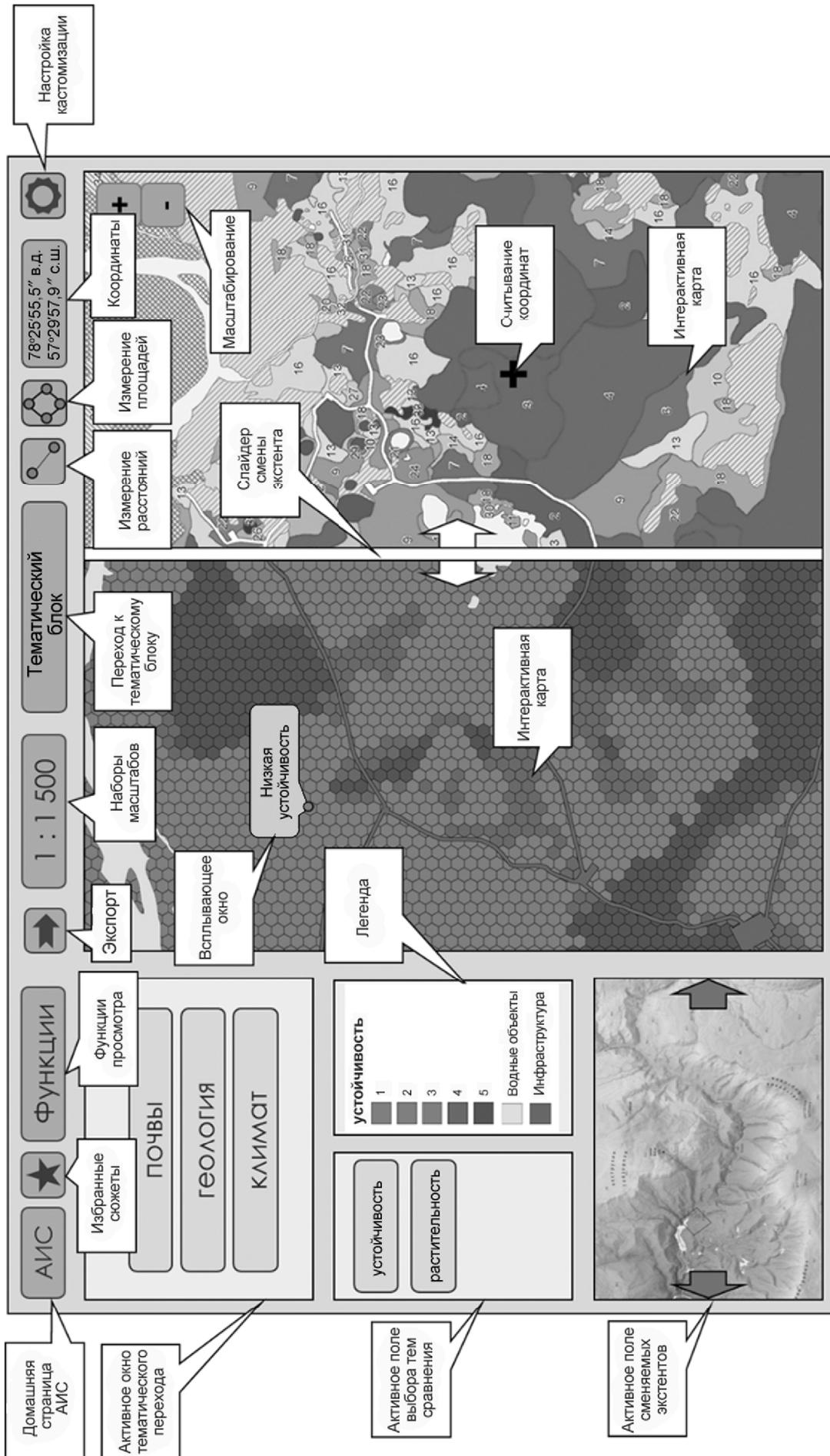


Рис. 3. Пример страницы веб-атласа

Fig. 3. An example of the web-atlas page

лиз территории, в том числе по природным особенностям и пространственной структуре природопользования.

Пространственный анализ включает изучение размещения, динамики, связей и других отношений объектов на основе базы данных (БД) ГИС [ДеМерс, 1999]. Все множество базовых функций пространственного анализа можно представить в виде следующей совокупности:

определение геометрических характеристик пространства – пространственных параметров экологического каркаса и структуры природопользования территории;

определение топологических характеристик: выявление зависимости между фоновыми (эталонными) и нарушенными состояниями экосистем, воздействие инфраструктуры, в том числе потенциальное, на природную среду;

выполнение булевых операций над объектами, в том числе выявление отношений между различными компонентами природной и антропогенной среды;

построение буферных зон и выявление зон влияния;

анализ сетей и маршрутов;

анализ поверхностей, в том числе бассейновый анализ, моделирование склоновых и других геоморфологических процессов;

определение местоположения и оптимального размещения объектов, выбор оптимального месторасположения объектов инфраструктуры и элементов экологического каркаса;

тематическая интерпретация данных дистанционного зондирования (ДЗЗ), классификация, сегментация космического геоизображения, расчет индексов и спектральный анализ;

сеточное моделирование, в том числе интеграция данных о разнородных показателях на основе регулярных сетей;

геостатистический анализ, в том числе выявление пространственной корреляции;

пространственный SWOT-анализ – создание интегральных схем охраны природы и планирования природопользования.

Для всех инструментов геоинформационного анализа возможно добавление авторских пространственных данных в установленных стандартных форматах, в том числе .shp, .kml, .gpx, .csv и других, для включения их в моделирование и пространственный анализ.

На основе геоинформационного анализа возможно подготовить картографические модели сценариев развития территорий под влиянием различных факторов и их синергетического эффекта.

Третий блок веб-АИС также отличает ГИС и ГИС с мультимедийными возможностями от АИС и связан с созданием среды для управления или принятия решений.

Для разработки системы принятия управленческих решений на основе пространственного анализа в предлагаемой модели АИС используется метод

анализа иерархий (МАИ, или Analytic Hierarchy Process) [Саати, 1989].

Суть метода состоит в структуризации задач принятия решений (ЗПР) путем построения многоуровневой иерархии, объединяющей все представляющие интерес компоненты задачи (главная цель, подцели, действующие силы, критерии, исходы, альтернативы и т.п.), которые затем сравниваются между собой с помощью специально разработанных для этого процедур. В результате можно получать численные оценки интенсивности взаимовлияния элементов иерархии, на основе которых оценивается степень 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;

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

Универсальной процедуры построения иерархии не существует – конкретный вид иерархии определяется прежде всего взглядами лиц, принимающих решения, или исследователя на проблему. Простая схема иерархии на примере управления природопользованием территории представлена на рис. 4. В простейшем варианте 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); интерпретация приоритетов зависит от содержательного смысла соответствующей иерархической связи.

Для вычисления приоритетов разработан ряд методов, основной среди них – 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.

На основе МАИ для АИС разработан модуль системы поддержки принятия решений (СППР), который представляет собой интерактивный конструктор формы, в результате которого создается опросник.

Форма конструируется автоматически при построении иерархии, т.е. при выборе цели, подцелей, критериев и альтернатив. Выбор параметров иерархии происходит на основе ответов лиц, прини-

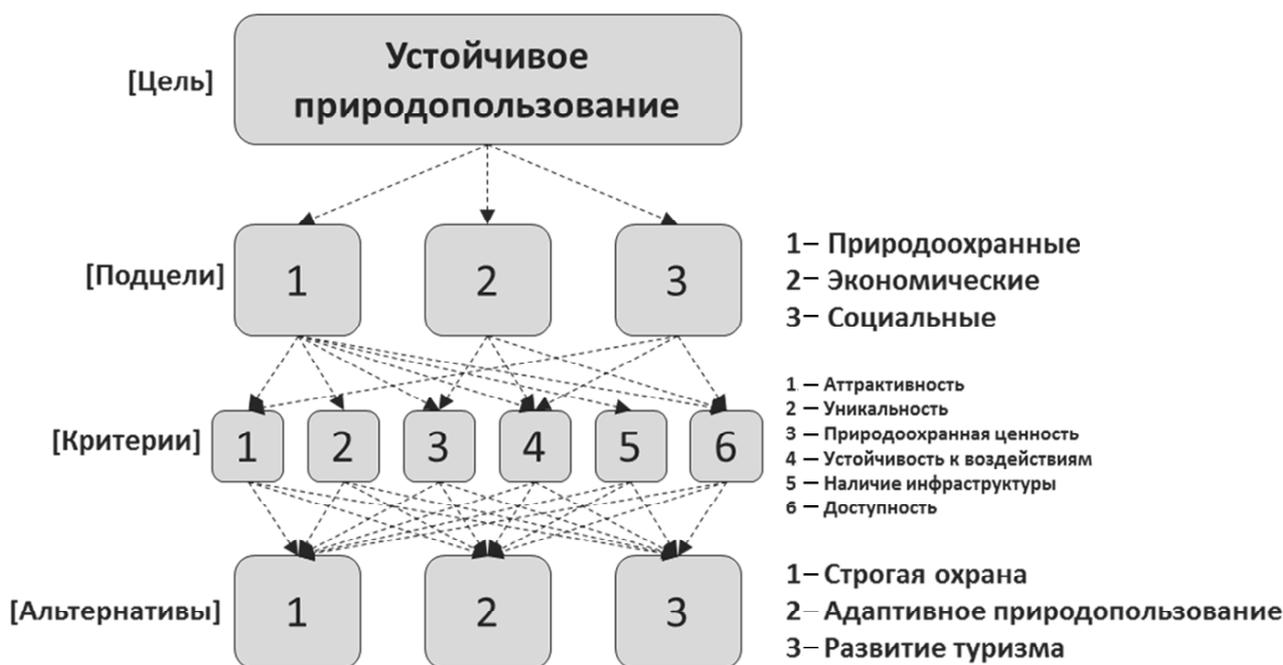


Рис. 4. Алгоритм метода анализа иерархий на примере управления природопользованием на ООПТ

Fig. 4. Algorithm of the hierarchy analysis technique (case study of the nature management within the nature protection areas)

мающих решения (ЛПР), на соответствующие вопросы.

Участки для принятия решений выбираются на основе построения карт противоречий природопользования на конкретном участке территории, а также при конкретном выборе ЛПР.

Модуль СППР АИС – универсальный инструмент для принятия управленческих решений. Модуль позволяет достаточно быстро и четко выбрать подходящие альтернативы на основе математической модели для конкретного конфликтного участка. С помощью этого модуля можно решать почти любые задачи, где нужно учесть несколько мнений (практически это все случаи) об управлении природопользованием на местном, локальном или региональном уровне.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Демерс М.Н. Географические информационные системы: Основы. М.: Дата+, 1999. 490 с.

Краак М.-Я., Ормелинг Ф. Картография: визуализация геопространственных данных / Пер. с англ. под ред. В.С. Тикунова. М.: Научный мир, 2005. 325 с.

Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.

Тикунов В.С. Атласные информационные системы для принятия решений // Основы геоинформатики: Учеб. пособ. для студентов вузов / Под ред. В.С. Тикунова. М.: Академия, 2004. С. 285–304.

Atlas of Switzerland. Interactive: CD-ROM with accompanying textbook. Swiss Federal Office of Topography, Wabern, 2000.

Bär H.R., Sieber R. Towards high standard interactive atlases // The GIS and Multimedia Cartography approach. Proc.

Выводы:

– разработана методика создания веб-атласной информационной системы для обеспечения устойчивого развития территорий;

– определены особенности АИС, среди которых важнейшей является ориентация на пользователей – экспертов в области охраны природы, социально-экономического развития и управления (а не узкопрофильных специалистов в области ГИС);

– реализация этой особенности атласных информационных систем возможна благодаря конструированию специальной интегрированной базы геоданных, инструментов пространственного анализа и системы поддержки принятия управленческих решений на единой веб-мультимедийной основе.

19th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Ottawa, 1999. P. 235–241.

Bill R. Multimedia-GIS // Concepts and applications. GIS, Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen. 1998. Vol. 11(2). P. 21–24.

Blat J., Delgado A., Ruiz M., Segui J.M. Designing multimedia GIS for territorial planning: the ParcBIT case // Environ. and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22(1). P. 665–678.

Craglia M., Raper J. Guest Editorial: GIS and multi-media // Environ. and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22(1). P. 634–636.

Elzaker C. The use of electronic atlases // Seminar on Electronic Atlases. Cartographic Institute of Eötvös Lorand University, Visegrad, Hungary, 1993. P. 145–155.

Hurni L. Multimedia Atlas Information Systems // Encyclopedia of GIS. Springer, 2008. P. 759–763.

- Jenny B., Terribilini A., Jenny H.* et al. Dietrich modular web-based atlas information systems // *Cartographica*. 2006. Vol. 41(3). P. 247–256.
- Kelnhöfer F., Pammer A., Schimon G.* Prototype of an interactive multimedia atlas of Austria // *Multimedia Cartography*. Berlin, Heidelberg, N.Y.; Springer, 1999. P. 87–97.
- Kraak, J.-M., Ormeling F.* Cartography: visualization of geospatial data. Longman, Essex, 1996.
- Lambrecht C.* Project «Atlas of the Federal Republic of Germany» // *Multimedia Cartography*. Springer. Berlin, Heidelberg, N.Y., 1999. P. 149–154.
- Moreno-Sánchez R., Malczewski J., Bojorquez-Tapia L.A.* Design and development strategy for multimedia GIS to support environmental negotiation, administration and monitoring at the regional level // *Transactions in GIS 1*. Oxford: Wiley Blackwell, 1997. P. 161–175.
- Ögren P.* The new PC-Atlas of Sweden // Proc. 18th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC, Stockholm, 1997. P. 2262–2267.
- Olenderek H., Nowicki A., Czajko M.* et al. Multimedia GIS – A new tool for ecological education Proc. V. Seminar European Land Information Systems. Warsaw, 1996. P. 103–111.
- Ormeling F.* Atlas Information Systems – 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA. Barcelona, Sept. 3rd – 9th, 1995. Proc. Vol. 2. Barcelona, 1995. P. 2127–2133.
- Ormeling F.* Functionality of Electronic School Atlases // Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proc. on National and Regional Atlases. Prague, 1996. P. 33–39.
- Ramos C.-da S., Cartwright W.* Atlases from paper to digital medium // *Geo-Hypermedia'05*; Proc. of the I. Intern. Workshop on Geographic Hypermedia. Denver, Colorado, U.S.A., 2005.
- Schneider B.* Integration of analytical GIS functions in multimedia atlas information systems. Proc. 19th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Ottawa, 1999. P. 243–250.
- Wastenson L., Arnberg W.* The new national atlas of Sweden completed: seventeen books and an electronic atlas. Proc. 18th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Stockholm, 1997. P. 2162–2169.
- Wright B.* The national atlas of the United States of America. Proc. // Seminar on Electronic Atlases and National Atlas Information Systems in the Information Age. Reykjavik, 1999. P. 3.

Поступила в редакцию 12.11.2015
Принята к публикации 11.12.2015

V.M. Yablokov¹, V.S. Tikunov²

PRINCIPLES OF ELABORATION OF THE INTERNET-BASED ATLAS INFORMATION SYSTEM FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

Authors' vision of the concept of web Atlas Information System (AIS) is stated. Similar to traditional paper atlases, the AIS provides the spatial information under preset themes and extents. The AIS present 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 Web 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. Both have their advantages and disadvantages. In the first case the application can work in any case, but with limited functionality; at the same time it is complicated for design and control. Another one completely depends on connection with a network, but at the same time it is more flexible for control and data processing. Today the world-wide web reaches all corners of the globe and the high-quality communication is available practically everywhere. Thus the second way is preferable because of easy control and great opportunities for customization. Development of programming languages and web and server architecture makes it possible to resolve issues of GIS implementation in multimedia structures and vice versa, thereby realizing the concept of web AIS. Basing on the concepts of AIS development and the www-based AIS the idea of web AIS is suggested for creation of the models of sustainable development of territories.

Key words: atlas information systems, multimedia atlases, web systems, models of sustainable development of territories.

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Science Foundation (project No 15-17-30009).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, World Data Center for Geography, post-graduate student; *e-mail:* vasily.yablokov@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory of Integrated Mapping, head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; *e-mail:* tikunov@geogr.msu.su

REFERENCES

- Atlas of Switzerland. Interactive: CD-ROM with accompanying textbook. Swiss Federal Office of Topography, Wabern, 2000.
- Bär H.R., Sieber R.* Towards high standard interactive atlases // The GIS and Multimedia Cartography approach. Proc. 19th ICA/ACI International Cartographic Conference ICC. Ottawa, 1999. P. 235–241.
- Bill R.* Multimedia-GIS // Concepts and applications. GIS, Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen. 1998. Vol. 11(2). P. 21–24.
- Blat J., Delgado A., Ruiz M., Segui J.M.* Designing multimedia GIS for territorial planning: the ParcBIT case // Environment and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22(1). P. 665–678.
- Craglia M., Raper J.* Guest Editorial: GIS and multi-media. Environment and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22(1). P. 634–636.
- DeMers M.N.* Geograficheskie informacionnye sistemy: Osnovy [Geographical Information Systems. Basics], Moscow, Data+, 1999, 490 p. (in Russian).
- Elzakker C.* The use of electronic atlases // Seminar on Electronic Atlases. Cartographic Institute of Eötvös Loránd University, Visegrad, Hungary, 1993. P. 145–155.
- Hurni L.* Multimedia Atlas Information Systems // Encyclopedia of GIS. Springer, 2008. P. 759–763.
- Jenny B., Terribilini A., Jenny H.* et al. Dietrich modular web-based atlas information systems // Cartographica. 2006. Vol. 41(3). P. 247–256.
- Kelnhofner F., Pammer A., Schimon G.* Prototype of an interactive multimedia atlas of Austria // Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, N.Y.; Springer, 1999. P. 87–97.
- Kraak J.-M., Ormeling F.* Cartography: visualization of geospatial data. Longman, Essex, 1996.
- Kraak Menno-Jan, Ormeling F.* Kartografiya: vizualizaciya geoprostranstvennih dannyh. [Cartography: Visualization of Geospatial Data], Perevod s anglijskogo pod redakcij V.S. Tikunova, Moscow, Scientific World, 2005, 325 p. (in Russian).
- Lambrecht C.* Project «Atlas of the Federal Republic of Germany». In: Cartwright W., Peterson, M.P. and Gartner, G. (eds.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1999. P. 149–154.
- Moreno-Sánchez R., Malczewski J., Bojorquez-Tapia L.A.* Design and development strategy for multimedia GIS to support environmental negotiation, administration and monitoring at the regional level // Transactions in GIS 1. Oxford: Wiley Blackwell, 1997. P. 161–175.
- Ögren P.* The new PC-Atlas of Sweden. Proc. 18th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Stockholm, 1997. P. 2262–2267.
- Olenderek H., Nowicki A., Czajko M.* et al. Multimedia GIS – A new tool for ecological education. Proc. V. Seminar European Land Information Systems. Warsaw, 1996. P. 103–111.
- Ormeling F.* Atlas Information Systems – 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA. Barcelona, Sept. 3rd – 9th, 1995. Proc., Vol. 2. Barcelona, 1995. P. 2127–2133.
- Ormeling F.* Functionality of Electronic School Atlases // Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proc. on National and Regional Atlases. Prague, 1996. P. 33–39.
- Ramos C.-da S., Cartwright W.* Atlases from paper to digital medium // Geo-Hypermedia'05, Proc. of the 1. Intern. Workshop on Geographic Hypermedia. Denver, Colorado, U.S.A., 2005.
- Saaty T.L.* Prinaytie reshenij. Metod analiza ierarhij [Decision Making. Method of Hierarchy Analysis], Moscow, Radio i svyaz, 1989, 316 p. (in Russian).
- Schneider B.* Integration of analytical GIS functions in multimedia atlas information systems. Proc. 19th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Ottawa, 1999. P. 243–250.
- Tikunov V.S.* Atlasnye informacionnye sistemy dla prinijatiya reshenij [Atlas information systems for decision making]. Osnovy geoinformatiki. Uchebnoe posobie dla studentov vyzov, Pod redakcij V.S. Tikunova, kniga 2, Moscow, Akademija, 2004, pp. 285–304 (in Russian).
- Wastenson L., Arnberg W.* The new national atlas of Sweden completed: seventeen books and an electronic atlas. Proc. 18th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Stockholm, 1997. P. 2162–2169.
- Wright B.* The national atlas of the United States of America. Proc. Seminar on Electronic Atlases and National Atlas Information Systems in the Information Age. Reykjavik, 1999. P. 35–40.

Received 12.11.2015

Accepted 11.12.2015