

6. Букринский В. А. Геометрия недр. – М.: Недра, 1985. – 521 с.
7. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. Т. 2. – М.: Мир, 1987. – 328 с.
8. Малинникова О. Н., Захаров В. Н., Филиппов Ю. А., Ковпак И. В. Геопространственное моделирование взаимодействия высотных зданий и сооружений с массивом горных пород // Горный инф.-аналитич. бюллетень. Отд. вып. 11. Информатизация и управление-2. – М.: МГГУ, 2008. С. 59–66.
9. Ефимова Е. А., Пикус И. Ю., Якубов В. А. Использование методов цифровой томографии для изучения скальных массивов // Труды Гидропроекта, 1986. № 144. – 246 с.
10. Левишин А. Л. Поверхностные и каналовые сейсмические волны. – М.: Наука, 1973. – 176 с.
11. Захаров В. Н., Иванов Б. М., Филиппов Ю. А. Исследование акустоэмиссионных процессов углеродного массива при отработке выемочных столбов // Труды XVIII сессии Российского акустического общества. – Таганрог, 2006. С. 325–329.
12. Захаров В. Н., Филиппов Ю. А. Прогнозирование тектонической нарушенности угольных месторождений по результатам линеamentного анализа космоинформации // Новые идеи в науках о Земле: Доклады IX Международной конференции. Т. 2. – М.: РГГРУ, 2009. С. 143.
13. Аверин А. П., Филиппов Ю. А. Интегрированная система мониторинга за динамическими процессами на горном предприятии // Новые идеи в науках о Земле: Доклады IX Международной конференции. Т. 2. – М.: РГГРУ, 2009. С. 129.
14. Левин В. А., Алексанин А. И., Алексанина М. Г., Бабяк П. В. Состояние дел и перспективы развития ЦКП регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН в области современных информационных и телекоммуникационных технологий // Открытое образование, 2008. № 4. С. 16–23.
15. Гордеев Е. И., Чебров В. Н., Левина В. И., Бахтиярова Г. М., Сеньюков С. Л., Пантюхин Е. А. Банк сейсмологических данных Камчатки // Открытое образование, 2008. № 4. С. 23–29.

УДК 528.93:911.6(925.17.73)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

П. Я. Бакланов, академик РАН, директор

Тел.: (4232) 32-06-72, e-mail: pbaklanov@tig.dvo.ru

В. В. Ермошин, к. г. н., директор Информационно-картографического центра

Тел.: (4232) 33-83-55, e-mail: yermoshin@tig.dvo.ru

С. М. Краснопеев, к. ф.-м. н., зав. лабораторией геоинформационных технологий
и моделирования геосистем

Тел.: (4232) 31-28-57, e-mail: sergeikr@tig.dvo.ru

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток
www.tig.dvo.ru

Providing concrete examples, problems and tasks of a geoinformation support supply of regional nature using in the Far East Russia are considered. The urgency of formation of uniform geoinformation space of transboundary territories is emphasized. The modern technology of management of the geospatial information, based on the use of the open standards and the concept of infrastructures of spatial data is offered. Examples of realization and expansion of its key elements are shown.

На конкретных примерах рассматриваются проблемы геоинформационного обеспечения регионального природопользования на Дальнем Востоке России. Подчеркивается актуальность формирования единого геоинформационного пространства трансграничных территорий. Предлагается современная технология управления геопространственной информацией, основанная на использовании открытых стандартов и концепции инфраструктур пространственных данных. Демонстрируются примеры реализации и развертывания ее ключевых элементов.

Ключевые слова: геопространственная информация, природопользование, трансграничные геосистемы, метаданные, стандарты ISO, инфраструктура пространственных данных.

Keywords: geospatial information, nature using, transboundary geosystems, metadata, ISO standards, infrastructure of spatial data.

Введение

Пространственные данные (ПД), комплексно характеризующие территорию, играют ключевую роль в обеспечении эффективного развития экономической, военной, политической, научной и других сторон жизни общества. Неизбежность формирования специального геоинформационного обеспечения для целей планирования и реализации крупных проектов, связанных с природопользованием, в целом достаточно очевидна в настоящее время. Создание корректной целостной системы структурированных и взаимосвязанных электронных картографических слоев необходимо:



П.Я. Бакланов

- для инвентаризации имеющихся данных, получения полного представления о компонентах природы, населения, хозяйства определенной территории;
- для проведения анализа пространственной информации, сопоставления тематических слоев, получения и сопоставления характеристик и сеток членения, районирования и зонирования территории и акватории;
- для обеспечения планирования и управления деятельностью человека на конкретной территории (многоцелевое функциональное зонирование);
- для выполнения сценарных расчетов и оценок и моделирования.

Необходимость разработки специального геоинформационного обеспечения на основе комплексного эколого-географического картографирования для целей анализа устойчивого природопользования и развития территорий обсуждалась неоднократно [1–3]. По существу, здесь речь идет об исследованиях и оценках географического пространства, а шире – геоинформационного пространства. Можно согласиться с В. С. Тикуновым, что структура баз данных и геоинформация в целом и в территориальном, и в содержательном плане должны отражать структуру географических систем [2, 4]. Под геоинформационным пространством мы понимаем структурированную, многоуровневую, полислойную, пространственно-позиционированную информационную модель географического пространства [5]. При формировании геоинформационного пространства для оценки каждого конкретного природоохранного и природопользовательского проекта существует



В.В. Ермошин



С.М. Красноперев

своя специфика как в структурном, так и в информационном аспекте. В то же время выделяются общие структурные и геоинформационные понятия и правила, а также методические процедуры. При этом важно обеспечить открытый доступ к ресурсам пространственных данных, инструментам управления и анализа ПД. Открытый доступ к данным подразумевает одновременный доступ большого числа пользователей и приложений к одной и той же БД и интегрирование разнородных данных на рабочем столе пользователя. В качестве примера того, какое влияние может оказать возможность доступа к ПД и простейшим инструментам работы с ними, можно привести тот общественный резонанс, который был вызван появлением общедоступных картографических сервисов *Google*. В то же время необходимо отдавать отчет

в том, что пространственную информацию при формировании инфраструктуры пространственных данных (ИПД) для обеспечения регионального развития целесообразно отбирать целенаправленно, исходя из специфики территории и поставленных задач. Цель настоящей статьи показать общие принципы и особенности формирования ИПД трансграничных территорий Дальнего Востока.

1. Региональное природопользование и пространственная информация

Основные виды научно-практической деятельности при сопровождении регионального природопользования можно обобщить следующим образом: разработка системы критериев и ограничений хозяйственного использования определенных территорий и акваторий; многоцелевое функциональное зонирование; планирование и достижение устойчивого природопользо-

вания и развития территории; моделирование сценариев и динамики, проведение эколого-

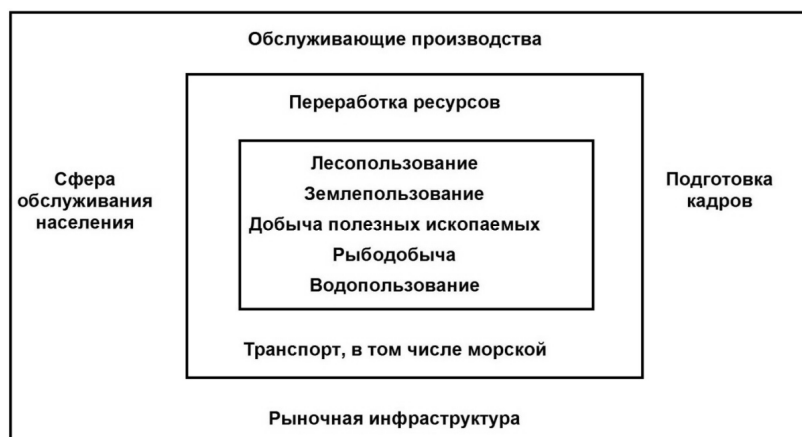


Рис. 1. Составляющие природопользования
Дальневосточного региона

бычу и использование конкретных ресурсов, то можно вычлениить еще два концентра видов деятельности, тесно связанных с природопользованием. Для Дальневосточного региона эти составляющие природопользования представлены на рис. 1.

На основе подобных представлений нами [6] разработана матричная модель регионального природопользования, обобщенная структура которого приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Структура матричной модели регионального природопользования

Блоки модели	Население и виды деятельности в районе 1, 2, ..., n	Природные ресурсы района 1, 2, ..., m	Компоненты окружающей среды 1, 2, ..., k
Население и виды деятельности в районе (предприятия, компании, отрасли) 1 2 ... n	Связи населения и отдельных видов деятельности в районе	Изменение природных ресурсов отходами видов деятельности (обратное ресурсопотребление)	Техногенное воздействие видов деятельности на компоненты окружающей среды
Природные ресурсы района 1 2 ... m	Использование природных ресурсов в отдельных видах деятельности (прямое ресурсопотребление)	Межрайонные связи в районе	Связи природных ресурсов с компонентами окружающей природной среды
Компоненты окружающей среды 1 2 ... k	Изменение компонентов природной среды при использовании природных ресурсов (при прямом ресурсопотреблении)	Изменение компонентов природной среды (при обратном ресурсопотреблении)	Межкомпонентные связи в природной среде района

В этой модели отражается весь круг взаимоотношений между населением региона и видами его деятельности, природными ресурсами и компонентами окружающей среды. Подобная модель строится для проживающего в регионе населения, существующих там видов деятельности (предприятий, компаний) и имеющихся природных ресурсов. Затем могут рассчитываться и оцениваться возможные изменения видов деятельности, в том числе появление некоторых новых видов, и их взаимоотношения с природными ресурсами и компонентами природной среды в регионе. На основе подобных расчетов и оценок, в том числе природных, можно определить и эффективность, рациональность регионального природопользования и тенденции его изменений.

Для построения подобной модели и последующих расчетов и оценок необходима деталь-

ная пространственная информация: о населении и видах его деятельности по отдельным экономическим центрам и поселениям с их связями, о природных ресурсах региона и их связанности, о компонентах окружающей природной среды и их возможном изменении. В более полном объеме такая информация может быть представлена в виде соответствующих слоев региональной геоинформационной системы. По широте охвата последняя представляет собой не что иное, как региональный блок геоинформационного пространства, отражающий интегральную геосистему региональной размерности. Геоинформационное пространство в этой связи отражает различные иерархические уровни организации географической среды, во многом аналогичные таковым в картографических моделях. Отдельные из таких уровней по масштабам исследований соответствуют уровням планирования и управления природопользованием:

- региональный (*группа областей, краев, федеральный округ, физ.-геогр. страна*) – масштаб 1:1 млн. – 1:2,5 млн.;
- субрегиональный (*область, край, физ.-геогр. область*) – масштаб 1:200 тыс. – 1:1 млн.;
- локальный (*административный район, физ.-геогр. район*) – масштаб 1:25 тыс. – 1:100 тыс.;
- муниципальный (*поселение, группа ландшафтов*) – масштаб 1:5 тыс. – 1:25 тыс.

В формировании достаточно полных региональных блоков геоинформационного пространства можно выделить несколько этапов. Первый этап: формирование принципиальной блочной схемы; построение информационной структуры блоков; определение последовательности согласования информационных слоев и блоков. Второй этап: построение векторных базовых общегеографических информационных слоев; построение векторных базовых информационных тематических слоев; унификация классификаций и легенд; согласование пространственной информации для трансграничных регионов вдоль государственных границ. Третий этап: составление информационных слоев и электронных карт использования земель и ландшафтных комплексов; анализ изменения экологического и природно-ресурсного состояния. Четвертый этап: функциональное зонирование с определением приоритетов и ограничений хозяйственной деятельности и устойчивого природопользования; формирование полного информационного блока планирования и управления.

Авторами был определен послойный состав основных информационных блоков: базового географического, базового тематического (природно-географического и экономико-географического), вспомогательного тематического и определены некоторые параметры блока управления. Каждый блок включает от пяти и более информационных слоев (рис. 2).

Основой для согласования и унификации общегеографических и тематических информационных слоев служит специально сформированная цифровая модель рельефа. Согласование слоев произведено в виде определенной последовательности, при этом предыдущие компоненты являются инвариантами для последующих. Например, цифровая модель рельефа – речная сеть – рельеф в изолиниях – дорожная сеть – границы; цифровая модель рельефа – речная сеть – растительность – почвы и т. д. Методика формирования единых электронных информационных слоев для трансграничных территорий базируется на последовательном решении задач методологического, технологического (методического) и практического характера и пространственном согласовании цифровых слоев на основе слоя-инварианта [7].

При обосновании и последующей реализации каждого конкретного проекта в области управления природопользованием на территории любого уровня необходимо пройти все этапы сбора и обработки пространственной геоинформации – от инвентаризационного до прогнознo-оценочного и рекомендательного. По мере реализации проектов и накопления информации увеличивается полнота (плотность) геоинформационного пространства (число слоев), возрастает его насыщенность (количество характеристик слоя). Соответственно, первые этапы последующих проектов, включающие формирование информационного ядра, сокращаются как по времени, так и по затратам. Особенно отчетливо это проявляется на региональном и субрегиональном уровне, где в очередной проект практически каждый раз вовлекается вся ранее исследованная территория.

2. Геоинформационная система бассейна реки Амур (региональный уровень)

Взаимосвязанность различных процессов природопользования в приграничных районах сопредельных стран делает необходимым их анализ в рамках единой трансграничной территории – геосистемы региональной размерности [8]. Комплексные исследования и освоение трансграничного бассейнового региона как в целом, в пределах всех стран бассейна, так и его от-

дельных частей, требуют не только более детальной, но и более однородной (сопоставимой) информации о его природных особенностях, хозяйственном использовании и антропогенных изменениях. Информационным базисом для адекватного отражения трансграничного географического пространства может служить единое структурированное и открытое геоинформационное пространство территории – компьютерная многомерная модель строения региона с унифицированными базами данных [5].

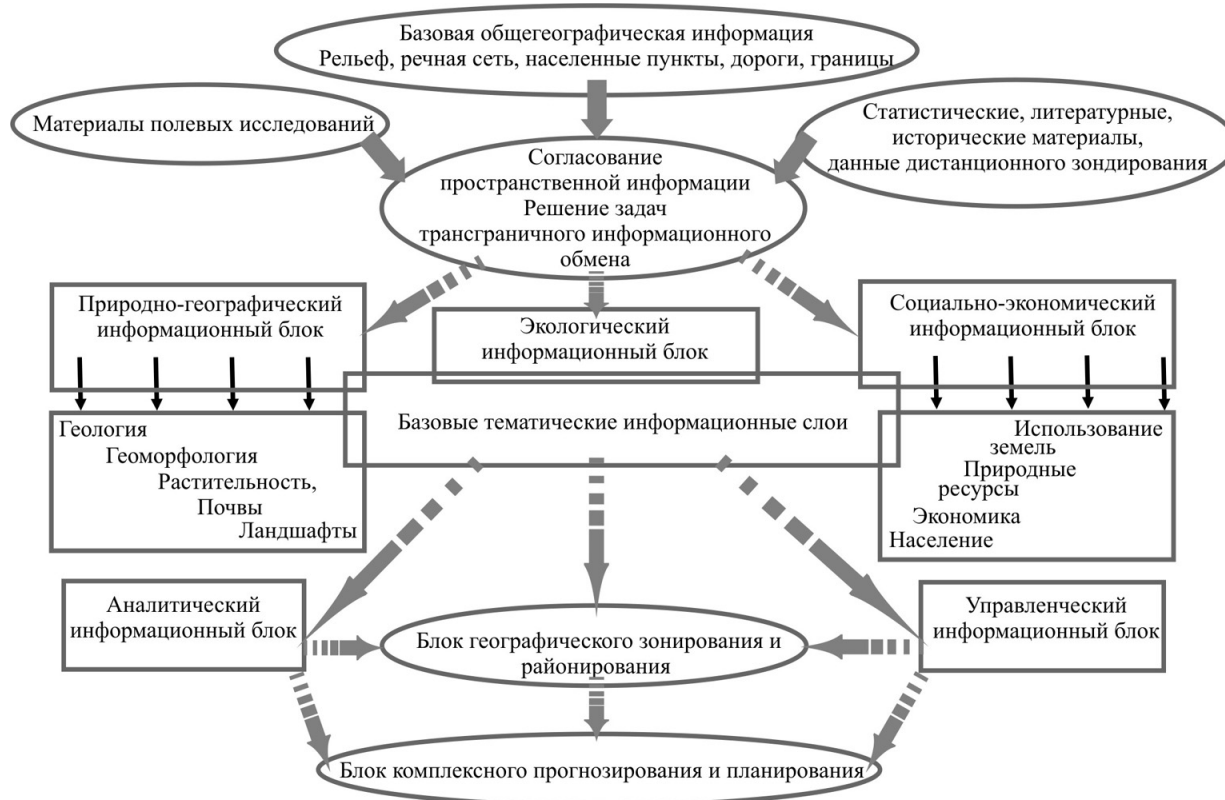


Рис. 2. Базовая структура геоинформационного обеспечения регионального природопользования

Создание общего геоинформационного пространства единой трансграничной геосистемы бассейна р. Амур имеет важное научное и практическое значение как основа для разработки программ устойчивого природопользования на принципах экологической безопасности стран, входящих в бассейн. Актуальность этих работ связана также и с возрастающим негативным вкладом р. Амур в загрязнение акватории Охотского моря, что приводит к снижению продуктивности фитопланктона и рыбных запасов [9]. Использование современных геоинформационных методов, материалов дистанционного зондирования земной поверхности, ГИС-технологий позволяет получить новые сведения о природном и природно-ресурсном потенциале бассейна р. Амур, его экологическом состоянии, служит надежной информационной основой для исследования современной ситуации в природопользовании и его рационализации [10].

В настоящее время на всю территорию бассейна р. Амур составлены следующие информационные электронные базовые общегеографические слои: 1) цифровая модель рельефа (на основании данных *Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM*) с шагом 8 угловых секунд (240 м); 2) гидрологическая сеть (основные русла рек, протоки, озера, водохранилища, каналы); 3) населенные пункты с разделением по административному признаку и численности; 4) дорожная сеть (железные и автомобильные дороги); 5) границы (государственные, административные). Для формирования перечисленных слоев использовались векторные карты *Vmaps0* территории России, Китая, Монголии [11]. По основным параметрам было проведено согласование с топографическими картами масштаба 1:1 000 000, 1:500 000 и космическими снимками. Данные по населенным пунктам и дорогам в китайской части бассейна дополнительно корректировались в соответствии с «Национальным экономическим атласом Китая» [12].

Сформированы также электронные базовые тематические слои: геологическое строение, растительность, почвы – и вспомогательные тематические: охраняемые природные территории. Слои составлены на основании печатных карт различных масштабов, изданных в разных стра-

нах. Первичные карты были отсканированы, оцифрованы, приведены к единым стандартам, проекции, масштабу и преобразованы в единые тематические слои с соответствующими атрибутивными таблицами. Информационный слой «Современное использование земель» составлен на основе данных дистанционного зондирования, а слой «Использование земель в 30–40-е годы XX века» – на основе информации старых топографических карт, изданных в СССР, Японии, США, Китае. Все перечисленные в данной статье электронные слои, включая общегеографические и тематические, построены на платформах *ARC/INFO*, *ArcView*, *ArcGIS* с детальностью, соответствующей масштабу 1:2 500 000, пространственно и последовательно согласованы и помещены в качестве элементов в геоинформационное пространство бассейна р. Амур. Семантические данные об объектах сведены в соответствующие атрибутивные таблицы на русском и английском языке. Содержательную основу геоинформационного пространства составляют тематические информационные слои, многие из них для всего бассейна р. Амур составлены впервые [9, 7, 13].

Корректировка тематических слоев и получение новой информации в той степени, в какой это возможно при данном масштабе, осуществлялись на основе массового дешифрирования космогеоизображений (космических снимков среднего и высокого разрешения 1990–2005 годов, преимущественно *Landsat ETM+*). Работы по применению КС осуществляются в рамках общей концепции спутникового мониторинга, развиваемого в ДВО РАН [14]. При этом электронные слои последовательно согласовываются между собой, формируя единую систему – геоинформационное пространство. В настоящее время ведется составление природно-ресурсных и социально-экономических информационных слоев для бассейна. В дальнейшем необходимо провести агрегирование всех пространственных данных, в том числе получаемых в процессе реализации геоэкологических проектов в бассейне р. Амур, в общую систему на основе стандартных базовых слоев в региональном блоке единого геоинформационного пространства. Это позволит провести разномасштабный сопряженный анализ разнообразных данных в унифицированном виде, дать более адекватную оценку состояния природопользования и планировать дальнейшие действия по его совершенствованию в регионе, в том числе в разных странах. Сопряженные тематические и топографические электронные информационные слои, структурированные в геоинформационном пространстве строго определенным образом, позволяют проводить районирование различных типов и функциональное зонирование территорий различных иерархических уровней. Включение в региональный геоинформационный блок прогнозно-оценочных данных на основе расчетов по модели регионального природопользования позволит получить содержательный инструментарий для планирования и управления природопользованием.

3. Геоинформационная система природоохранных проектов трансграничных территорий локального уровня (Юго-Западное Приморье)

Ландшафтная, биологическая, природопользовательская, природоохранная и геополитическая уникальность Юго-Западного Приморья неоднократно отмечалась в литературе, в том числе авторами настоящего сообщения [15]. В то же время одна из существенных особенностей исследуемой территории заключается в том, что полномасштабное планирование и реализацию сбалансированной эколого-экономической политики необходимо проводить с учетом аналогичных действий на сопредельных приграничных территориях прилегающих государств. Первым шагом в этом направлении может считать планирование создания трансграничного биосферного заповедника (ТБЗ) в нижнем течении р. Туманган (Туманная) на стыке России, Китая и КНДР (эта территория носит международное название *TREDA*). Здесь расположены: на российской стороне – национальный парк; на китайской стороне – заповедник; на корейской стороне – несколько небольших резерватов пока еще не определенного статуса.

В соответствии с разрабатываемыми нами представлениями о принципах и технологии формирования геоинформационного пространства на территорию Юго-Западного Приморья (Россия), свободную экономическую зону Раджин-Сонбон (Северная Корея), Яньбэньский автономный округ (Китай) была спроектирована и составлена двухуровневая геоинформационная система. Она включает следующие взаимоувязанные единые электронные слои с соответствующими базами данных – компонентами формируемого пространства:

- базовые топографические: рельеф в горизонталях и в виде ЦМР, государственные и административные границы, речная сеть;

- базовые тематические: дороги, населенные пункты, использование земель, типы растительности, особо охраняемые природные территории;
- специфические тематические: памятники природы, рекреационные территории, ареалы и места концентрации редких и охраняемых видов флоры и фауны;
- производные тематические управленческие: ограничения на хозяйственную деятельность, функциональные зоны землепользования, функциональные зоны планируемого ТБЗ.

Все слои формировались в виде покрытий *ARC/Info* или шейп-файлов *ARC/View* с соответствующими атрибутивными таблицами.

Функциональное зонирование планируемого ТБЗ произведено на основе концепции заповедных ядер (кластеров) – центров сохранения биоразнообразия, вокруг которых сохраняются буферные и транзитные зоны с различным режимом природопользования.

На текущий момент на территорию Юго-Западного Приморья сформировано около 80 электронных информационных картографических слоев, включая базовые, тематические, управленческие. На их основе составлено более 100 карт различного масштаба и содержания. Детальность информации в основном соответствует масштабу 1:100 тыс. Составлены около 20 слоев и несколько карт на трансграничную территорию *TREDA* в едином стандарте. Детальность информации в основном соответствует масштабу 1:250 тыс. и частично 1:50 тыс.

4. Организация доступа к пространственным данным

В качестве основных проблем практического применения ГИС на Дальнем Востоке обычно выделяют два аспекта: отсутствие общих подходов к хранению, структурированию и управлению ПД и сложность интерфейса, а соответственно, доступа к продуктам ГИС [16]. В то же время реализация возможности открытого доступа к ПД и средствам их анализа может привести к глубокой трансформации основ управления, позволив реализовать на практике новое качество государственного и специального управления [17], воплощенное в понятиях «ситуационная осведомленность» и «сетевая осведомленность».

В подтверждение последнего тезиса можно привести несколько фактов.

- Как сообщает сайт rnd.cnews.ru, компания *Boeing* в специальном пресс-релизе [18] отметила 2008 год как год ключевого прорыва в области разработки боевых метасистем в «сетевой» идеологии (*Network-Centric*), базирующихся на фундаментальном пересмотре принципов работы с геопространственной информацией. Ключевым фактором успеха стало обеспечение принципа «ситуационной осведомленности» – комплексного динамического предоставления общегеографических, навигационных и тактических данных в единой географической системе координат с распределенным доступом к ним, реализованного методами неогеографии [19].

- На комплексе мероприятий *GeoВласть* в рамках форума *GEOFORM+ 2010* (Москва, 30 марта – 2 апреля 2010 г.) был сформулирован новый для российской науки и промышленности комплекс проблем: **анализ взаимодействия власти и географии**. Было указано, что реализация в системах управления принципов «сетевости» и «ситуационной осведомленности» позволяет по-новому подойти к проблеме формирования информационной среды систем управления. Она становится глобальной, в минимальной степени опосредованной картографическими и иными условиями, унифицированной и по форматам, и по совокупности данных – они могут отныне циркулировать по вертикали систем управления без потери детальности и без отрыва от общегеографического контекста [20].

Ключевым условием достижения успеха на пути реализации открытого доступа к ПД и средствам их анализа является решение проблемы геопространственной интероперабельности. Согласно *ISO 2382-1* [21, 22], **интероперабельность (*interoperability*)** – способность обмениваться информацией, выполнять программы или перемещать данные между различными функциональными устройствами способом, который от пользователя требует минимальных (или вообще не требует) знаний об уникальных/индивидуальных характеристиках этих устройств.

Выработкой подходов к ее решению занимается Открытый геопространственный консорциум (*Open Geospatial Consortium, OGC*) [23]. Им разработана всеобщая концепция работы с геопространственными данными в распределенных системах с обеспечением совместимости их компонентов, опубликованная как «эталонная модель *OGC*» (*OpenGIS®OGC Reference Model*) [24].

Этот документ призван продемонстрировать специалистам и пользователям, как можно обеспечить надежный и удобный доступ к ГИС-данным, который ранее был невозможен из-за различий в архитектуре разных систем.

В первую очередь документ фокусирует внимание на целях, задачах и политике подобных систем, отмечая, что «использование открытых стандартов и интероперабельных инфраструктур вторично по отношению к пониманию бизнес-процессов и к пониманию того, как геопространственные данные и службы могут быть использованы. Это требует изменения корпоративной культуры ведения бизнеса».

Далее внимание концентрируется на семантике геопространственной информации. Дается определение таких ключевых понятий, как:

- пространственная привязка (географические идентификаторы, системы координатной привязки, картографическая проекция, карта как способ отображения географической информации);
- географические объекты (объект, географический объект, их свойства, типы географических явлений);
- геометрия и топология;
- использование сенсоров в веб-среде;
- концептуальная модель управления цифровыми [авторскими] правами (*digital rights management*) на ресурсы геопространственной информации;
- метаданные.

Самое главное, эталонная модель *OGC* фокусирует внимание на технологических аспектах миссии *OGC*. Технологической основой открытых информационных систем являются геопространственные веб-службы.

Веб-службы можно определить как совершенно самостоятельные модульные приложения, обеспечивающие выполнение ряда операций, доступных через их интерфейсы и позволяющих клиентам осуществлять нужные им операции. Пользователи могут обращаться к этим службам по сети, используя стандартизированные протоколы, независимые от платформы, языка или объектной модели.

Для геопространственных данных разработаны следующие стандарты веб-службы *OGC* (*OWS*):

- WMS* – управление картографической (географически привязанной, цветокодированной) информацией в Интернете;
- WFS* – управление пространственными объектами в Интернете;
- WCS* – управление растровыми наборами данных в Интернете;
- CSW* – каталогизация метаданных в Интернете.

Это технические требования для работы в Интернете с картографическими серверами, векторными объектами, растровыми НД, каталогами метаданных.

В Тихоокеанском институте географии ДВО РАН работы по организации открытого доступа к геопространственной информации и разработке ключевых элементов ИПД были инициированы в 2005 г. Ключом к успеху инициативы по развертыванию ИПД является реализация службы каталогов метаданных. Поэтому в первую очередь были проведены работы по разработке подсистемы ввода метаданных – приложения для ввода и сохранения метаданных в *XML*-файл.

Содержание создаваемых метаданных может регламентироваться как стандартом *ISO 19115:2003* [25], так и ГОСТ Р 52576-2006 [26] (национальный профиль *ISO 19115:2003*). Схема кодирования метаданных, соответствующих стандарту *ISO 19115:2003*, регламентируется стандартом *ISO/TS 19139:2007* [27]. Что касается национального профиля РФ, то до принятия соответствующего ГОСТа на схему кодирования национального профиля метаданных используется «свободная» схема кодирования, близкая к *ISO/TS 19139:2007*. После его принятия будет проведена соответствующая трансляция. Таблица 2 дает общую сравнительную информацию об *ISO 19115:2003* и его национальном профиле.

Таблица 2.

Сравнительная информация об *ISO 19115:2003* и ГОСТ Р 52573-2006

Стандарт	Сущность	Элемент
ГОСТ Р 52576-2006	40	131
<i>ISO 19115:2003</i>	98	277

На текущий момент выбор был сделан в пользу автономного офлайн-приложения, поскольку он дает возможность подготовки метаданных и обмена ими в условиях отсутствия еди-

ной электронной среды передачи данных, а также облегчает реализацию стандартов в полном объеме. В текущей версии редактора используется иерархическая структура представления данных. Реализованы следующие функции: создание, загрузка, сохранение файлов метаданных в стандартах ГОСТ и ISO, их взаимная трансформация; проверка целостности введенных метаданных; подсветка обязательных к заполнению полей; смена языка интерфейса на лету (русский, английский); ведение БД-контактов. В настоящее время заканчивается этап внутреннего тестирования приложения.

Одновременно ведется разработка «Службы каталогизации метаданных пространственной информации» на основе версии 2.0 технических требований OGC к службам распределенных каталогов на основе интернет-протокола *Catalogue Service for Web (CSW)* [28].

Задача реализации каталога содержала несколько основных требований:

- используемые библиотеки не должны были налагать ограничений на распространение приложения;
- реализованное приложение должно было быть кроссплатформенным;
- установка и поддержка приложения должны были быть простыми, т. е. уровень знаний для запуска и поддержки приложения должен был быть минимальным;
- приложение должно было быть расширяемым, в частности должна быть предусмотрена возможность добавления новых профилей;

Реализация прямого хранения в БД XML-записей позволяет достаточно легко добавлять новые профили метаданных без создания новых групп таблиц. Использовать каталог напрямую без какого-либо дополнительного программного обеспечения человеком невозможно. Поэтому для использования каталога напрямую был написан веб-клиент, который позволяет:

- конструировать сложные поисковые запросы, искать метаданные;
- добавлять, обновлять метаданные;
- просматривать метаданные;
- просматривать добавленные пользователем метаданные и редактировать их.

Также реализован механизм интеграции стороннего ПО с клиентом. Это сделано для того, чтобы генераторы и редакторы метаданных, разрабатываемые в институте, могли добавлять данные прямо в каталог без дополнительных действий со стороны пользователя. Кроме того, REST-интерфейс каталога обеспечивает возможность его интеграции с другим ПО.

Следующим этапом была реализация двух параметров:

- прототипа службы доступа к ПД – веб-сервиса, обеспечивающего публикацию пространственных данных и поддерживающего спецификации Открытого геопространственного консорциума (OGC, *Open Geospatial Consortium*): WMS [29], WFS [30], WCS [31];
- клиента, позволяющего визуализировать данные, опубликованные в соответствии с упомянутыми спецификациями OGC. Следует отметить, что при этом пользователю передается только тот фрагмент данных, с которым он работает.

Для развертывания веб-сервиса в качестве средства публикации ПД было решено выбрать *Geoserver* [32] по следующим причинам:

- 1) наличие графического интерфейса пользователя GUI, простота администрирования;
- 2) бесплатность и открытость исходных кодов;
- 3) поддержка стандарта WFS-T (возможность онлайн-редактирования).

Существует большое число программных средств, которые могут быть использованы в качестве клиентов WMS, WFS, WCS-серверов, как коммерческих, так и бесплатных (в том числе с открытыми исходными кодами) с самым различным функционалом начиная от простой визуализации данных (*Gaia*) до мощных систем, позволяющих производить анализ и редактирование данных (*ArcMap*, *GRASS*, *gvSIG*).

Следует отметить, что во многих организациях существуют жесткие ограничения по установке ПО, связанные с реализуемой ими политикой безопасности. Поэтому важно, чтобы «клиент» для своей работы не требовал каких-либо вспомогательных средств (например, JVM, ActiveX-компоненты и т. п.). Поэтому было решено разработать клиент с веб-интерфейсом на основе библиотеки классов *OpenLayers* [33], написанной на javascript. В этом случае для работы с клиентом требуется всего лишь наличие браузера с поддержкой javascript, который есть практически на любом компьютере. На рис. 3 представлен интерфейс клиентского приложения [<http://gis.dvo.ru:8090/web>], обеспечивающий выбор данных. Имеется возможность указать источник данных. Данные можно добавлять в качестве базовых слоев (определяющих систему

координат и экстенд формируемой композиции/карты) и перекрытий (оверлеев). Присутствует выбор системы координат.

Введите адрес URL сервера

Получить список слоёв с сервера

Слой композиции

Не выбран ни один слой

Выберите систему координат

Географическая WGS84 Текущая СК:

Выберите атрибутивные таблицы, которые хотите связать с данными:

☐ Административные районы Приморского края
☐ Населенные пункты Приморского края
☐ Реки Приморского края
☐ Возвышенности Приморского края

Версия WMS 1.1.1
 Количество слоёв 66

Список слоёв на сервере

Путь:
 GeoServer Web Map Service

[Отдельные слои](#)
[Атласы и карты](#)

Рис. 3. Интерфейс клиентского приложения, обеспечивающий выбор данных

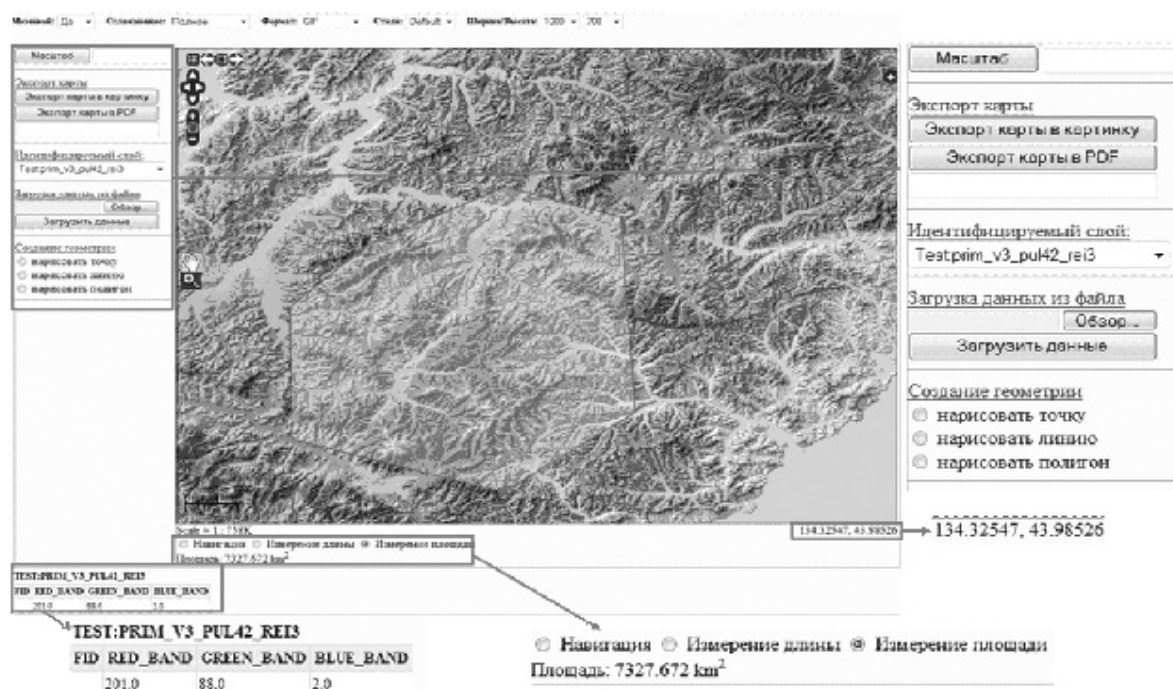


Рис. 4. Интерфейс визуализации данных

В интерфейсе визуализации данных (рис. 4) присутствуют следующие элементы: непосредственно область визуализации, панель управления, панель настроек, информационная область, инструменты навигации и измерения, средство добавления табличных данных, например GPS/ГЛОНАСС-измерения. Результаты работы могут быть экспортированы в графический формат или в формат *PDF*.

На настоящий момент опубликованы и доступны для массового использования следующие ресурсы пространственных данных:

- цифровые модели рельефа *ASTER GDEM* (30 м), *SRTM3* (90 м);

• базовая физико-географическая информация на территорию Приморского края (административные границы, города, реки, дороги, высоты).

Планируются к опубликованию:

• цифровые модели рельефа (*ETOPO2*, *GTOPO30*);
• морские навигационные карты на северо-западную часть Тихого океана;
• космические снимки среднего *Landsat MSS* и высокого разрешения *Landsat TM 4, 5*, *Landsat 7 ETM+* на территорию Дальнего Востока, многозональные и панхроматические (*Global Land Survey 1975, 1990, 2000, 2005*) [34];

• базовая физико-географическая информация на территорию Дальнего Востока, Российской Федерации, мира;

• представленные выше тематические слои регионального и локального уровней, а также ряд специальных тематических карт и атласов.

В ближайшее время планируется развернуть:

• службы обработки ПД (*WPS*, *WCPS*);
• службу имен географических названий (*Gazetteer*).

Планируется также в рамках развития корпоративной ГИС реализовать ряд прикладных решений:

• прототип гидрологического кадастра;
• российскую сеть экспериментальных гидрологических бассейнов – *Russian net of hydrological basins testbed*;
• ИС «Лесные ресурсы Приморского края»;
• каталог коллективных ресурсов ДЗЗ (совместно с Институтом автоматизации и процессов управления ДВО РАН).

Заключение

Геоинформационное обеспечение проектов устойчивого природопользования территории и акваторий необходимо рассматривать в общем аспекте формирования геоинформационного пространства как субъективно-объективного информационного отражения реального географического пространства. Важной составной частью региональных блоков геоинформационного пространства могут стать расчетно-оценочные данные по модели регионального природопользования.

Разработанное и сформированное на единой методологической основе с использованием унифицированных методик, обобщением имеющихся и получением новых данных по всей территории, геоинформационное пространство бассейна реки Амур может служить корректной информационной базой как при проведении фундаментальных исследований, так и при региональном планировании. Соответственно, геоинформационный продукт может быть использован широким спектром потребителей: исследователями, научными коллективами, администрациями различного уровня (при дальнейшей адаптации).

Ориентация на внедрение геопространственных стандартов является важнейшим условием обеспечения открытого доступа к географической информации и к средствам ее обработки, а также решения проблемы обеспечения интероперабельности. Это, в свою очередь, будет способствовать интенсификации обращения геопространственных данных, кардинальному изменению технологии принятия управленческих решений, увеличению возврата инвестиций.

Литература

1. Батуев А. Р. Картографическое обеспечение регионального развития: Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. – М.: ИГАН, 2003. – 50 с.
2. Тикунов В. С., Цапук Д. А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. – М.; Смоленск: СГУ, 1999. – 174 с.
3. Черкашин А. К. и др. Геоинформационная система управления территорией. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2002. – 151 с.
4. Тикунов В. С. Некоторые теоретические вопросы картографии // Геодезия и картография, 1991. № 7. С. 27–31.
5. Ермошин В. В. К развитию концепции геоинформационного пространства в географии (геоинформационное пространство в управлении природопользованием) // Географические исследования на Дальнем Востоке. Итоги и перспективы. 2001–2005. – Владивосток, 2006. С. 161–168.
6. Бакланов П. Я. Природопользование в стратегии развития Дальневосточного региона России // Ресурсы, охрана окружающей среды и устойчивое развитие. – М., 2007. С. 189–205.

7. Yermoshin V. V., et al. Creation of GIS for Amur River basin: the basic geographical information // Report on Amur-Okhotsk Project: Coll. scien. art. – Kyoto, Japan, 2007. № 4. P. 151–159.
8. Бакланов П. Я., Ганзей С. С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 215 с.
9. Ганзей С. С. и др. Современное использование земель в бассейне р. Амур // География и природные ресурсы, 2007. № 2. С. 17–25.
10. Baklanov P. Ya., Ermoshin V. V., Ganzey S. S. Problems of creation of GIS-support for the Amur River basin Project // Report on Amur-Okhotsk Project: Coll. scien. art. – Kyoto, Japan, 2005. № 3. P. 11–19.
11. http://geoengine.nima.mil/geospatial/SW_TOOLS/NIMAMUSE/webinter/rast_roam (дата обращения: 12.10.2006).
12. The National Economic Atlas of China / Ed. by Wu Heng. – Hong Kong, China: Oxford University Press, 1994. – 314 p.
13. Ermoshin V. V., Pshenichnikova N. F. Compilation of Soil Map for Amur River Basin: the main parameters // Report on Amur-Okhotsk Project: Coll. scien. art. – Kyoto, Japan, 2008. № 5. P. 161–170.
14. Левин В. А. и др. Состояние дел и перспективы развития ЦКП регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН в области современных информационных и телекоммуникационных технологий // Открытое образование, 2008. № 4. С. 23–29.
15. Проблемы устойчивого природопользования в нижнем течении р. Туманная // Материалы международной конференции. – Владивосток: Л-Принт, 2007. – 130 с.
16. Горячев Н. А. и др. ГИС в геологических исследованиях Северо-Востока // Открытое образование, 2008. № 4. С. 73–78.
17. Бычков И. В., Ружников Г. М., Хмельнов А. Е. Современные информационные технологии в IT-проектах органов государственной власти и местного самоуправления // Открытое образование, 2008. № 4. С. 39–47.
18. Situational Awareness 2008: ключевой прорыв Boeing // R&D.CNews. 19.12.08. URL: http://rnd.cnews.ru/tech/news/top/index_science.shtml?2008/12/19/332602 (дата обращения: 31.05.10).
19. Turner A. Introduction to Neogeography. – O'Reilly Media, Inc., 2006. – 54 p.
20. GeoВласть-2010: часть 2 // R&D.CNews. 30.04.10. URL: http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index_science.shtml?2010/04/30/389185 (дата обращения: 31.05.10).
21. ISO/IEC 2382-1:1993. Information technology: Vocabulary. Part 1: Fundamental terms. URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=7229.
22. Термины и определения стандарта ISO/IEC 2382-1 // MorePC. Информационно-справочный центр Всероссийского научно-исследовательского института проблем вычислительной техники и информатизации (ВНИИПВТИ). URL: <http://www.pcmore.ru/informatisation/iso2381-1.html> (дата обращения: 31.05.10).
23. OGC® Open Geospatial Consortium, Inc. URL: <http://www.opengeospatial.org/> (дата обращения: 31.05.10).
24. OGC 08-062r4, OpenGIS® OGC Reference Model, version 2.0 // Open Geospatial Consortium, Inc., 2008. – 35 p. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/orm> (дата обращения: 31.05.10).
25. ISO 19115:2003. Geographic Information – Metadata. URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26020.
26. ГОСТ Р 52573-2006. Географическая информация. Метаданные. – М.: Стандартинформ, 2006. – 59 с. URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=128907> (дата обращения: 31.05.10).
27. ISO/TS 19139:2007. Geographic information – Metadata – XML schema implementation. URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32557.
28. OGC 07-006r1, OpenGIS® Catalogue Service Implementation Specification, version 2.0.2 // Open Geospatial Consortium, Inc., 2007. – 204 p. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/specifications/catalog> (дата обращения: 31.05.10).
29. OGC 06-042, OpenGIS® Web Map Service (WMS) Implementation Specification, version 1.3.0 // Open Geospatial Consortium, Inc., 2006. – 85 p. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (дата обращения: 31.05.10).
30. OGC 04-094, OpenGIS® Web Feature Service (WFS) Implementation Specification, version 1.1.0 // Open Geospatial Consortium, Inc., 2005. – 117 p. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (дата обращения: 31.05.10).
31. OGC 06-083r8, OpenGIS® Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification, version 1.1.0 // Open Geospatial Consortium, Inc., 2006. – 129 p. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs> (дата обращения: 31.05.10).
32. <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome> (дата обращения: 31.05.10).
33. <http://openlayers.org> (дата обращения: 31.05.10).
34. <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer> (дата обращения: 31.05.10).