

А.А. Блискавицкий

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ФОНДОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Введение

В настоящее время наблюдается экспоненциальный рост объема информации о геосферах, получаемой при исследованиях Земли различными методами. Это приводит к естественному пометодному расчленению данных и знаний, усугубляемому различной терминологией, узостью частных задач, отсутствием межпредметной координации, что отражается в создаваемых информационных системах (ИС). Для обеспечения целостности восприятия всей совокупности данных и принятия адекватных решений процессу дифференциации необходимо противопоставить усилия по интеграции знаний и информации на основе создания единых методологических и методических подходов, методов и информационных технологий [1-3].

Геологическое изучение недр (ГИН) – масштабное информационное производство, при котором регистрируются геофизические поля с четырех уровней зондирования литосферы. Сегодня, кроме верхних горизонтов земной коры, в сферу ГИН вовлечена вся литосфера, территория континентального шельфа и дно Мирового океана. Геологическая наука выработала методологию постадийного изучения недр, обеспечивающую сбалансированность риска пропуска перспективного геологического объекта и риска изучения неперспективного. Каждая последующая стадия ГИН направлена на получение информации, которая может уменьшить неопределенность информации о пространственном расположении и свойствах изучаемого геологического объекта. Для исключения дублирования исследований и использования всей имеющейся информации ГИН перед началом работы на конкретной площади необходимо изучить ретроспективные материалы, находящиеся в фондах геологической информации (ФГИ): геологические отчеты с прилагаемыми разрезами, картами и т.п. В федеральном ФГИ и его территориальных ФГИ аккумулированы огромные массивы данных в форме геологических отчетов и приложений, содержащих первичную и интерпре-

тированную геологическую информацию. Непрерывно идет пополнение Государственного банка цифровой геологической информации (ГБЦГИ) цифровыми материалами ГИН [4]. Геологическая информация, как правило, остается актуальной – не устаревает, а ее обработка обеспечивает получение новых уточненных знаний о территории и принятие адекватных управленческих решений. Указанные государственные информационные ресурсы (ГИР) являются национальным достоянием, но до последнего времени отсутствовали передовые средства учета, оперативного и наглядного представления обеспеченности территорий данными о ГИН и предоставления ГИР пользователям по интернету. Поиск и получение фондовой информации потребителями сегодня сильно затруднены, не отвечают задаче «уменьшения расстояния» между обществом и государством в лице природоресурсных ведомств, ускорению процессов доставки геоданных потребителям. Актуальность этих задач возросла в связи с отменой платы за пользование геологической информацией о недрах, полученной с использованием средств государственного бюджета, обязанностью всех недропользователей сдавать с 2016 г. всю полученную в процессе их деятельности информацию в электронном виде в ФГИ, а также заметным увеличением числа обращений граждан, организаций и органов государственной власти (ОГВ) с целью получения ГИР ГБЦГИ.

В связи с этим актуальна разработка геоинформационной системы (ГИС), реализующей единое информационное пространство (ЕИП) и единую интеграционную среду (ЕСИ) территориально распределенной системы ГБЦГИ, основанную на использовании единой системы классификации, интегрированной базы метаданных и веб-доступа, согласования данных на основе унифицированной пространственной привязки, обеспечивающей синергетический эффект благодаря интеграции как приложений (СУБД, ГИС и Веб), так и многоуровневых многочастотных потоков данных. Она должна

обеспечивать каталогизацию, хранение метаданных и пространственных данных (ПД), представление на электронной карте (ЭК) и предоставление посредством интернета государству и обществу. При этом веб-интерфейс ГИС должен быть интерактивным, а сама система и достаточно интеллектуальной, чтобы давать ответы на запросы, сформулированные на языке, близком к естественному, а также оказывать помощь при вводе геоинформации и принятии решения на ее основе. Решение такой сложной задачи возможно лишь при выявлении концептуальных основ создания ГИС ФГИ и разработке соответствующих методологических и технологических подходов создания ЕИП и ЕСИ системы ФГИ. Эти вопросы и связанные с ними понятия рассматриваются ниже.

Информационное пространство (ИП)

ИП – это исторически сформировавшаяся, обусловленная информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) и средствами система скоординированных и структурированных пространственно распределенных *информационных ресурсов* (ИР), аккумулирующих результаты *информационно-коммуникационной деятельности* социума, обеспечивающая социуму доступность ИР. Это понятие объединяет два термина: *пространство и информация*. Первый термин предполагает территориально распределенные, структурированные и скоординированные (взаимодействующие) объекты бытия. Второй термин предполагает информационное наполнение. От информационного субстрата ИП наследует множество свойств. *Геоинформационное пространство* отличается тем, что его элементами являются пространственно распределенные *геоинформационные ресурсы*, информация которых пространственно приурочена (*геоинформация*).

Адекватность информации – степень соответствия реальности. Различают три ее формы: *синтаксическая* отображает структурные характеристики информации, не затрагивая ее смысла, *семантическая* определяет степень соответствия информации об объекте ему самому, а *прагматическая* отражает полезность информации для достижения поставленной цели. Ценнее всего *знания* – на их основе принимаются решения. Информация собирается, запоминается, передается, обрабатывается, ищется и пр. Такие процессы называются информационными и используются для получения качественно новой информации. Составляющие геоинформации: *пространственная* – определяет положение объектов в заданной системе координат и взаиморасположение объектов (их частей), *семантическая* – описывает непространственные свойства объекта и *временная* [2]. *Карта* объединяет первые две составляющие. *Данные*

становятся содержательной *информацией* лишь с адекватными *метаданными*. Информационной основой ЕСИ являются метаописания в хранилище метаинформации или метазнаний.

Онтология – это формализация некоторой области знаний на основе концептуальной схемы со структурой, содержащей классы объектов, их связи и правила, допускающей компьютерный анализ. В состав онтологии входят *экземпляры, концепты* (понятия), *атрибуты* и *отношения*. В геоонтологии [1] помимо общесемантических элементов (цель, причина, время и пр.) вводятся геосемантические: местоположение, топология, близость, ориентация, динамика. Различают *семантические свойства*, описывающие внутренние характеристики концепта (цель, средство, местоположение, покрытие, время образования, продолжительность, размер, форма), и *семантические отношения*, описывающие свойства концепта по отношению к другим концептам: является, является частью, находится поверх (снизу, впереди, сзади, около), разделение, смежность, связность, перекрытие, пересечение, включение, исключение, является окруженным, расширение, близость к, направление. Пространственные семантические отношения: относительное положение, топология, близость и направление.

Ключевые свойства информации – *фиксируемость* и *действенность*. С фиксируемостью связана *изменчивость* информации. В условиях низкой рентабельности полевых исследований, горной проходки и бурения скважин особо значима оптимизация процесса обработки геоинформации. Обусловленная постоянством геологической среды, *малая изменчивость* геоинформации (принцип актуализма) обеспечивает, как правило, возможность совместного анализа ретроспективных и вновь поступающих данных по конкретной территории.

Информация становится *ресурсом*, только если может быть передана потребителю в определенную область пространства-времени, что предполагает ее *фиксацию* на *носителе информации* – материальном объекте или среде. Тип носителя определяет сохранность информации при различных условиях окружающей среды, *скорость ее считывания* и *доступность*. Используемые машиночитаемые носители (МН) должны допускать запись и считывание цифровых данных современными ИС. Твердотельные МН (емкость до 4 ТБ) высоконадежны, легки и потребляют мало энергии, но по показателям стоимость/ГБ значительно уступают винчестерам, емкость которых достигла 10 ТБ. Сотрудники IBM в 39 раз увеличили поверхностную плотность записи данных на магнитную ленту – до 123 Гбит/дюйм² (эквивалентно емкости картриджа 220 ТБ). Диски Blu-ray емкостью

до 50 Гб (в стандарте BDXL до 128 Гб) – весьма перспективны для больших архивов.

Фиксируемость информации означает, что ее сохранность и существование целиком определяются сохранностью носителя. Это обуславливает такое свойство информации, как *бренность* – неизбежность ее разрушения и исчезновения в результате деградации или разрушения носителя, которому противостоит *транслируемость* – возможность перезаписи информации с одного носителя на другой. Отношение $k = v_p / v_r$, где v_p – средняя *скорость размножения информации* в результате трансляции, а v_r – средняя *скорость ее гибели*, характеризует «жизнеспособность» информации. При $k < 1$ информация обречена на вымирание независимо от значения v_p ; $k = 1$ – нестабильное состояние «прозябания» информации, а $k > 1$ означает, что количество ее копий будет возрастать. Таким образом, когда скорость транслируемости информации превосходит скорость ее разрушения и гибели, происходит ее размножаемость, следствием чего является ее *мультипликативность*, то есть возможность одновременного существования одной и той же информации в виде идентичных копий на МН. Обычно МН помещается в защитную оболочку, повышающую его сохранность и, соответственно, надежность хранения информации (уменьшение v_r).

Пространственная привязка геоинформации является ее фундаментальной особенностью, основой ЭК. Интеграция *территориально распределенной* информации в системе ФГИ обычно производится путем репликации. *Реплицируемость* – свойство геоинформации. Разработан оригинальный алгоритм репликации, обеспечивающий целостность данных в результирующей базе данных (БД) ФГИ [5]. Малая изменчивость информации ГИН позволяет синхронизировать данные в масштабах государства раз в несколько дней на основе присылаемых с территорий дифференциальных резервных копий БД.

Действенность геоинформации может выявляться лишь в адекватной ей ИС. ФГИ в масштабах государства должны обеспечивать сбор геоданных, их учет и сохранность, информационное обеспечение ОГВ и общества в целом. Выполнять эти функции должна организационная вертикаль *федеральный ФГИ – территориальные ФГИ*, действующая в едином ИП [4, 5]. Однако создание ЕСИ территориально распределенных ИП невозможно без ИС, интегрирующих СУБД, ГИС и веб-средства [1]. Необходимо формирование ЕИП организационной вертикали на основе иерархической системы узлов распределенной БД. Такой подход изначально имеет интеграционную направленность, поскольку реализует взаимодействие ЭК и БД, то есть интегрирует

как *приложения* [6], так и *пространственную и атрибутивную* (семантическую) информацию (*семантика* – свойство геоинформации, тесно связанное с ее действенностью) [7]. ЕСИ основана на формировании системы многоуровневой классификации, использовании интегрированных хранилищ данных и передовых технологий доступа к ним, их согласования на основе унифицированной пространственной привязки в ГИС.

Таким образом, в аналитической веб-ГИС реализуется технология интеграции по *уровням* (федеральный, территориальный), по *источникам* (пометодные исследования), по *согласованности представления* (единые классификаторы, справочники и т.п.) и *приложений* (СУБД, ГИС, Веб).

Ряд свойств геоинформации характеризуют ее качество: *функциональная пригодность, достоверность, применимость, совместимость, согласованность*. Связанная со свойством применимости *интерпретируемость* геоинформации состоит в том, что после фиксации она может быть проанализирована и истолкована для принятия адекватного управленческого решения. Поскольку свойства геологической среды являются эмерджентными, то эмерджентна и геоинформация. Именно *эмерджентность* обеспечивает успех комплексной интерпретации, способствуя выявлению геологических объектов при интегрированном анализе геоинформации.

Свойство *мобильности*, то есть распространение в пространстве, является для ИП системообразующим фактором, экспоненциальный рост объемов его информационного наполнения на протяжении последнего столетия обусловил как коммуникативные проблемы, так и появление новых качеств.

Структурированность – одно из главных свойств ИП – тесно связана с генерацией *метаинформации* (информации об информации) в социуме. Свойство *репрезентативности* информации порождает *отражательное* (моделирующее) свойство ИП, что обуславливает его *коммуникативные* свойства. ИП возникает в процессе коммуникации и является ее результатом, оно создано социумом, то есть его можно рассматривать с точки зрения *деятельностного подхода*, предполагающего наличие *цели*. Цель ИП – создание информационной среды обитания человека и деятельности социума. Интернет – изобретение, сделанное в 1968 году, – с конца 80-х годов дал невиданный импульс развитию ИП.

Концептуальными основами интегративных решений, связанных с геологической информацией, являются [3]:

- *Единство* объекта исследования (Земля).
- *Общность цели* – познание природы планеты, в частности земных недр.

- *Эмерджентность* свойств геологической среды и соответственно информации об этих свойствах является основой эффекта *комплексной интерпретации*: объекты, которые решением обратной задачи не выявляются, при интегрированном анализе полиметодных данных могут быть выявлены.
- *Пространственная привязка* геоинформации как основа ее интеграции.
- *Малая изменчивость* геологической информации позволяет совместно анализировать современные и ретроспективные геоданные.
- *Единство нормативно-правовой основы* ГИН.
- Необходимость повышения *эффективности* информационно-аналитической деятельности и *предоставления геоинформации* государству и обществу.

Информационная система (ИС)

ИС – это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, реализующая информационные процессы для достижения поставленной цели. С точки зрения ИР, ИС можно рассматривать как контентную систему, совокупность *электронных документов* (ЭД), связанных перекрестными ссылками, общей лексикой, фактографией, выделенных из ИП на определенное время (время актуальности) с определенной целью. То есть ИС является совокупностью сильно связанных объектов, обладает свойствами организации, связности, целостности (определяемой тематикой) и членимости (на отдель-

ные документы и их фрагменты). Связанные с таким рассмотрением свойства ИС следующие:

- *целостность* – первичность целой ИС по отношению к отдельным ее элементам;
- *эмерджентность* – принципиальная несводимость свойств ИС к сумме свойств составляющих ее элементов;
- *структурность* – возможность декомпозиции ИС на компоненты, установление связей между ними;
- *иерархичность* – элементы ИС также могут рассматриваться как подсистемы ИС.

ИС, как и отдельные ее документы, являются элементами ИП, и им присуще свойство *коммуникативности* и *интерактивности*.

Интероперабельность – способность систем обмениваться информацией и использовать эту информацию на основе согласованных наборов ИКТ-стандартов – профилей. В табл. 1 приведены основные ее виды и характеристики.

ИС состоит из пяти основных компонентов:

- *Инфраструктура*. Физические элементы ИС, в том числе компьютерное и коммуникационное оборудование.
- *Программное обеспечение*. Прикладные программы, операционные системы, утилиты и т.п.
- *Кадры*. Сотрудники, участвующие в эксплуатации и использовании системы.
- *Процедуры*. Автоматические и автоматизированные процедуры, используемые при эксплуатации и развитии системы, в том числе

Таблица 1

Виды интероперабельности, перспективные для использования в ИС ФГИ

Вид	Характеристика
Техническая	Способность к обмену сигналами
Синтаксическая	Способность к обмену данными
Семантическая	Способность одинаковым образом понимать смысл информации в процессе информационного обмена
Прагматическая	Способность к совместному использованию информации в контексте достижения общих целей
Динамическая	Способность к совместному использованию информации в условиях изменений
Организационная	Согласованное функционирование на основе обмена информацией для достижения общих целей
Концептуальная	Способность к совместному использованию информации при согласовании допущений и ограничений
Интеграционная	Общий формат для всех моделей, единое информационное пространство
Унифицирующая	Единые форматы на метауровнях для связывания семантически эквивалентных моделей
Федеративная	Общая онтологическая система
На основе обмена	Преобразование информации в соответствии с нуждами участников информационного обмена

процедуры организационного обеспечения и информационно-технологические процедуры, такие, как резервирование данных и техническое обеспечение, а также пользовательские процедуры, например процедуры ввода данных.

- *Данные*. Информация, используемая и предоставляемая системой, в том числе потоки транзакций, файлы, БД и таблицы.

ИС проектируется на стадиях: *концептуальной* (выявление противоречия, формулирование проблемы и цели, выбор критериев), *моделирования* (построение моделей, оптимизация, выбор) и *конструирования* системы (декомпозиция, агрегирование, исследование условий, программирование). При этом определяется структура и состав как информации для решения (модель предметной области (ПрО)), так и программно-аппаратных средств (модель исполнительной среды).

Реализация модели устойчивого развития для преодоления кризиса в системе *природа – общество – человек* невозможна без интегрального синтеза наук о Земле. Необходимость интеграции знаний и геоинформации требует единых подходов и ИКТ. Современная ИС, оперирующая ПД, должна быть ГИС, а также обеспечивать целостность междисциплинарных ИР и комплексный анализ геоинформации. Сегодня Всемирная паутина (Веб) все более определяет развитие ГИС-технологий. Инфраструктура пространственных данных (ИПД) обеспечивает работу веб-геосервисов интеграции и публикации геоданных, картографического отображения, обработки и скачивания геоинформации на основе геопортала [1, 8-11]. ЭК на геопортале доступна для одновременного просмотра тысячам пользователей. При этом геоданные и геосервисы могут быть территориально распределены по разным геопорталам.

Международная стандартизация в сфере географической информации (геостандартизация) и ИПД

Основные задачи геостандартизации, осуществляемой Техническим комитетом ISO/TS 211 и Открытым геопрограммным консорциумом (OGC), состоят в определении *семантики* и *структуры* географической информации для управления геоданными и обмена ими, а также компонентов *геосервисов* для обработки геоданных. Речь идет прежде всего о стандартах ISO 191xx, а именно об ISO 19101 (описывает среду реализации геостандартизации), ISO/TS 19103 (описывает язык концептуальных схем представления географической информации), ISO/TS 19104 (описывает термино-

логические аспекты географической информации), ISO 19105 (определяет критерии соответствия геоинформационных продуктов и сервисов геостандартам) и ISO 19106 (описывает структурирование профилей геостандартов). Стандарт ISO 19101 описывает эталонную модель, определяющую принципы и общие требования к геостандартизации, главными компонентами которой являются *эталонная модель ПрО*, описывающая структуру и содержание географической информации, и *эталонная модель архитектуры*, описывающая типы геосервисов для работы с географической информацией и их интерфейсы.

Семантика географической информации определяется тем, что любой геообъект обладает как геопрограммными (spatial), так и функционально-описательными свойствами (feature). Spatial-объект характеризуется пространственно-временной приуроченностью, обычно задаваемой координатами в некоторой системе координат и временем на некоторой шкале времени. Совокупность атрибутов feature-объекта описывает характеристики некоего реального или виртуального объекта. *Эталонная модель ПрО* определяет набор объектов рассмотренных типов и правила описания их метрики, семантики и отношений, а также системы координат и элементы качества данных (в схеме приложения).

Геоинформация включает ссылки, связывающие геопрограммные объекты, представленные структурами геоданных, с их положением на местности. Эти ссылки подразделяются на две категории: с использованием координат и на основе географических идентификаторов. ISO 19111 предоставляет схему описания опорных систем координат, а ISO 19112 содержит общую модель пространственной привязки (позиционирования) с помощью географических идентификаторов.

ГОСТ Р 52572-2006 «ГИС. Координатная основа. Общие требования» установил для геодезических и картографических работ систему координат СК-95, основанную на эллипсоиде Красовского и плоских прямоугольных координатах в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, абсолютные высоты определяются в Балтийской системе нормальных высот 1977 г., а для отсчета времени используются Григорианский календарь и координированное Всемирное время UTC.

Набор *геометаданных* (ISO 19115) описывает администрирование, организацию, содержание и качество геоинформации в наборах данных, позволяя пользователям находить, оценивать, сравнивать и запрашивать эти данные, и может содержать ссылки на каталог пространственных объектов.

Эти вопросы и стандарты ISO 19113, 19114, 19131 рассмотрены в [1].

Спецификация доступа к каталогам содержит-ся в стандарте ISO 23950:1998 «Поиск информации, извлечение данных и межбиблиотечный обмен». Основные принципы этого стандарта используются и в спецификации OGC, в частности, оттуда взят протокол CS-W.

Общий распределенный реестр, подобный службе доменных имен, позволит реализовать глобальную ИПД и поиск геометаданных для доступа к геоданным на геопорталах.

Термин ИПД используют для описания набора ключевых технологий, методов и организационных мер, обеспечивающих доступность геопространственных данных. ИПД реализует основы для открытого доступа к таким данным, выполнения их оценки и использования в ГИС и приложениях [1]. Согласно ГОСТ Р 52438-2005, ИПД – «информационно-телекоммуникационная система, обеспечивающая доступ граждан, хозяйствующих субъектов, органов государственной и муниципальной власти к распределенным ресурсам пространственных данных, а также распространение и обмен данными в общедоступной глобальной информационной сети в целях повышения эффективности их производства и использования... ИПД объединяет ИКТ, научно-техническую политику, организационное обеспечение, человеческие и другие ресурсы, необходимые для производства, обработки, хранения, распространения, интеграции и использования пространственных данных». Таким образом, ИПД должна быть не просто пространственной БД, а служить надежной стандартизированной основой для хранения и распространения геоданных с развитыми сервисами поиска метаданных и геоданных, визуализации и оценки геоинформации на основе каталогов и инструментов веб-картографии, а также доступа к этим данным. ИПД должна обеспечивать:

- *распределенность* – ПД должны собираться один раз и поддерживаться там, где это может быть сделано наиболее эффективно;
- *возможность интеграции* – должна быть обеспечена возможность интеграции геоданных из различных источников и их совместное использование многими потребителями и приложениями;
- *доступность* – должна быть доступна информация о наличии и качестве геоданных (геометаданные) и такие условия доступа к данным, которые не ограничивают их широкое использование.

Определим ИПД как совокупность пространственных ИР, организационных структур,

нормативно-правовых механизмов, технологий создания, обработки и обмена ПД, обеспечивающую доступ к ПД и их эффективное использование. ИПД содержит набор следующих компонентов:

- *базовые ПД* (опирающиеся на единую геодезическую систему координат и высот), служащие основой координирования (позиционирования) иных ПД и семантических данных;
- *пространственные метаданные* и механизм доступа к БМД, а также стандарты и программные средства создания БМД;
- *стандарты на ПД*, их модели, методы оценки качества, форматы обмена и представления в БД, геодезическое обеспечение, датум, ЭК, методы картографирования, понятийно-терминологический аппарат, а также классификаторы тематических данных.

Специфику ИПД определяют ее компоненты: наборы базовых ПД, геометаданные и геопорталы. ГОСТ Р 53339-2009 содержит список наборов пространственных объектов, относящихся к базовым. Требования по совместимости базовых ПД приведены в ГОСТ Р 52571-2006.

Концептуальное моделирование и проектирование ГИС

Концептуальная модель представляет объекты и их взаимосвязи без указания способов их физического хранения [1, 19]. В случае описания работы ГИС ПрО – совокупность объектов автоматизации с их характеристиками. Модель ПрО представим в виде кортежа:

$$M_{\text{ПрО}} = \langle F, P, U, O, In, Out, R \rangle, \quad (1)$$

где в скобках представлены множества: F – автоматизируемых функций, P – процедур обработки геоданных, U – классов пользователей, O – объектов автоматизации, In – входных геоданных, Out – выходных данных, R – отношений между элементами множеств.

ГИС содержит два типа сущностей: операционные (процедуры), выполняющие геообработку, и пассивные, хранящие геоинформацию, например база ПД (БПД). Концептуальную модель ГИС представим в виде кортежа:

$$KM_{\text{ГИС}} = \langle G, P, H_p, H_o, In, Out, s, U, R, V \rangle, \quad (2)$$

где $P = \{p_i\}$ и $G = \{g_j\}$ – множества соответственно процессов обработки геоинформации и геоинформационных объектов;

H_p, H_o – отношения иерархии соответственно процессов и геоинформационных объектов;

In, Out – соответственно входные и выходные данные процессов;

s – отношение следования процессов, задающее для каждого процесса упорядоченное множество

(возможно, и пустое) процессов, которые должны ему предшествовать;

U – множество классов пользователей;

V – модель визуализации геоинформации;

R – множество отношений между элементами G, P, In, Out, U, V .

Процесс – это некоторое отображение входного подмножества объектов (геоданных) на другое их подмножество, именуемое выходным. Геоинформационные объекты используются при обработке и являются результатами обработки геоинформации. Отношения иерархии H_p, H_o устанавливают соответствие между отдельными процессами (объектами) и множествами подчиненных им процессов (объектов). Интерпретация иерархических отношений зависит от их типа – атрибута отношения иерархии. Отношение следования s задает порядок компоновки процессов при обработке геоданных.

Имея модель ПД, при инфологическом проектировании определяют метаданные для ее описания в БПД. При описании отношений пространственных объектов для обеспечения целостности используют топологические правила. В общем случае БПД можно представить кортежем:

$$\text{БПД} = \langle L_1, L_2, L_3, R, Op_s, Op, I_M, C \rangle, \quad (3)$$

где L_i назовем i -м слоем ПД, $i \in [1, 3]$, R – межслойные пространственные отношения, Op_s – межслойные пространственные операции, Op – непространственные операции, I_M – метаданные, C – ограничения целостности, причем

$$L_i = \langle G_i, \{A_{ij}\}, R_i, Op_{si}, I_{Mi} \rangle, \quad (4)$$

где G_i – множество пространственных объектов слоя (G_1 – точек, G_2 – ломаных, G_3 – многоугольников), A_{ij} – множество атрибутивных данных j -го пространственного объекта i -го слоя, R_i – внутрислойные пространственные отношения, Op_{si} – внутрислойные пространственные операции, I_{Mi} – метаданные слоя.

Для геологической ГИС в концептуальной модели должны быть увязаны картографические понятия, описания геологического содержания и метаописания. Обычно такая модель является иерархической. Верхний уровень иерархии содержит геоконцепты, связанные с общегеологическими понятиями, классификацией и представлением геологической информации в системе и на карте, а также геометаданными. На уровень ниже находятся связанные с этими концептами геоонтологии.

Архивный фонд РФ

Архивный фонд – это исторически сложившаяся и постоянно пополняющаяся совокупность архивных документов, имеющих историческое, научное, социальное, экономическое, политическое, культурное значение, относящихся к ГИР, подлежа-

щих постоянному хранению. Ст. 5 ФЗ «Об архивном деле в РФ» определяет его состав: «находящиеся на территории РФ архивные документы». В ст. 3 даны следующие определения:

- *архивный документ* – материальный носитель с зафиксированной на нем информацией, который имеет реквизиты, позволяющие его идентифицировать, и подлежит хранению в силу значимости указанных носителя и информации для граждан, общества и государства;
- *документ Архивного фонда РФ* – архивный документ, прошедший *экспертизу ценности*, поставленный на государственный учет и подлежащий постоянному хранению.

Должны соблюдаться принципы: общедоступности архивной информации, свободы распоряжения пользователем найденной им архивной информацией, а также бесплатности архивной информации государственной части фонда. При этом предусмотрены ограничения доступа к архивным документам, содержащим государственную или иную охраняемую законом тайну.

Основными задачами архива являются:

- *комплектование* архива документами в соответствии с положением об архиве;
- *учет и обеспечение сохранности* документов;
- *создание научно-справочного аппарата* к документам архива;
- *использование* хранящихся в архиве документов.

Управление документами должно обеспечить надежность документов, обладающих аутентичностью, достоверностью, целостностью, пригодностью для использования (ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007. Управление документами. Общие требования). Процесс управления документами включает:

- *экспертизу информации*, подлежащей включению в документную систему;
- *определение сроков хранения* документов;
- *включение документов в систему* (в частности, связывание с метаданными);
- *регистрацию*;
- *классификацию*;
- *хранение и обращение с документами*;
- *обеспечение доступа* к документам;
- *контроль исполнения*;
- *отбор и передачу* документов на последующее хранение или уничтожение;
- *документирование* процесса управления документами.

Новые ГОСТ Р ИСО 30300-2015, ГОСТ Р ИСО 30301-2014, ISO 30302:2015 содержат методику системного подхода и руководство к созданию и управлению документами, соответствующую

целям и стратегии организации, причем в связи с управлением качеством, рисками, информационной безопасностью и аудитом. Они во многом перекрывают ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007.

Важно обеспечить надежное хранение секретных и конфиденциальных документов и исключить несанкционированное копирование их содержимого, а также фиксировать действия пользователей. Одним из инструментов решения данных задач являются средства криптографической защиты, такие как шифрование (ISO/IEC 18033-3:2010, ГОСТ 28147-89) и электронная цифровая подпись (ЭЦП) (ГОСТ Р 34.10-2012).

ГОСТ Р ИСО 13008-2015 регламентирует этапы планирования, требования и процедуры конвертации ЭД (включая их метаданные) в современные форматы или миграции на новые программные платформы с целью сохранения их подлинности, целостности, удобства и простоты использования в качестве доказательной базы.

Временно документы Архивного фонда РФ могут храниться в архивах ОГВ и организаций, с которыми заключены договоры о сроках и условиях депозитарного хранения и использования ГИР. Геологическая информация о недрах является национальным достоянием, имеет особое значение для развития страны и будет использоваться многими поколениями, поэтому в договорах с ФГИ обычно предусмотрен срок хранения соответствующих ГИР 300 лет. ФГИ должны полно и своевременно обеспечивать актуальной геологической информацией ОГВ и общество с целью осуществления государственного управления недропользованием (и экономикой в целом), ГИН, воспроизводства МСБ, исследований в сфере наук о Земле, образовательной и познавательной деятельности.

В последние годы большая часть указанной информации поступает в ФГИ в форме ЭД на МН. Цифровая форма представления геологической информации позволит потребителям оперативно и по преимуществу бесплатно получать ее в виде ЭД, предполагает непосредственную компьютерную обработку, что повышает оперативность и качество управленческих решений в отрасли. Кроме того, это значительно улучшит сохранность подлинников геологических документов.

Условия и режимы хранения записанных МН регламентируются следующими стандартами ISO «Материалы регистрирующие»:

- ISO 18921:2008. Компакт-диски. Метод оценки долговечности при воздействии температуры и относительной влажности.
- ISO 18923:2000. Магнитная лента на основе полиэфира. Правила хранения.

- ISO 18925:2013. Носитель для оптических дисков. Правила хранения.
- ISO 18926:2012. Информация, хранимая на магнитооптических дисках. Метод оценки ожидаемого срока службы при воздействии температуры и относительной влажности.
- ISO 18927:2013. Системы записываемых компакт-дисков. Метод оценки ожидаемой долговечности при влиянии температуры и относительной влажности.
- ISO 18933:2012. Магнитная лента. Методы ухода и обработки.
- ISO 18938:2008. Оптические диски. Уход и обработка для длительного хранения.
- ISO 18943:2014. Магнитные жесткие диски для хранения изображений. Правила хранения. А также следующими стандартами:
- ISO/IEC 10995:2008. Носитель для обмена и хранения информации с цифровой записью. Метод определения срока архивного хранения оптических носителей.
- ISO/IEC 10995:2011. Информационные технологии. Цифровые запоминающие среды для обмена и хранения информации. Метод испытания для оценки срока хранения в архиве оптических носителей.

Стандарт ISO 11506:2009 описывает технику архивирования ЭД, обеспечивающую их долговременную (свыше ста лет) целостность, доступность, годность к использованию, читаемость и надежность в целях защиты доказательной силы этих данных.

Формат PDF чаще всего используется для архивного хранения ЭД. Наибольшей известностью пользуется вариант формата PDF/A-1 (ISO 19005-1:2005). В 2011 году появился формат PDF/A-2 с расширенными возможностями (ISO 19005-2:2011), а в 2012 году – PDF/A-3 (ISO 19005-3:2012). Подготовленный к вводу в действие стандарт ISO/DIS 24517-2 основан на стандарте PDF 2.0 (ISO/DIS 32000-2), что обеспечивает, в частности, поддержку геопространственной информации 3D и 2D и долгосрочную сохранность (PDF/E-2).

Действенность геоинформации может выявляться лишь в адекватной ей ИС. ФГИ должен обеспечивать сбор, учет и сохранность ИР, информационное обеспечение ОГВ и общества в целом. Его организационная структура обычно иерархическая – состоит из федерального ФГИ и его территориальных ФГИ, действующих в ЕИП – совокупности ИР, технологий их ведения, компьютерных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и общих правил сбора, обработки, хранения, распространения, защиты и информационного взаимодействия потребителей и провайдеров.

Нормативно-правовое обеспечение ЕИП должно определять права производителей и потребителей информации, основы стандартизации элементов территориально распределенной ГИС, оценки их качества и эффективности [1]. ЕСИ территориально распределенных ИП создается на основе ЕИП, чьи основные компоненты: транспортный протокол (обычно HTTP – обеспечивает взаимодействие клиента с ИС), единая система словарей данных, языки описания данных и запросов (оптимален язык XML и его расширения), язык описания метаданных (обычно RDF), система адресации и идентификации, основанная на использовании универсального идентификатора ресурсов (URL), средства аутентификации и защиты.

В 2015 году был принят ФЗ №205 «О внесении изменений в Закон РФ «О недрах»», который предусматривает создание федеральной государственной ИС «Единый ФГИ о недрах». Эта ИС должна содержать реестр имеющейся в ведомствах и организациях геологической информации о недрах, а также геологическую информацию о недрах, представленную на МН и имеющуюся в ФГИ.

Стандарты электронного документооборота и модель электронного документа

Реализация «электронного правительства» предусматривает прежде всего налаживание электронного взаимодействия с гражданами и организациями [1]. ГОСТ Р 53898-2010 «Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Требования к электронному сообщению» позволяет предоставлять ГИР в форме официальных ЭД на основе портала. Объектом стандартизации является электронное сообщение (его формат, состав и содержание), пересылаемое в процессе информационного взаимодействия. Оно должно быть оформлено как XML-документ и набор вложений (файлов), кроме заголовка в сообщении должна присутствовать как минимум одна из зон, определенных стандартом (оформленная как самостоятельный элемент языка XML первого уровня иерархии, тип зоны должен определяться именем этого элемента). Применение стандарта способствует интеграции разрозненных систем управления ЭД в единую межведомственную систему электронного документооборота. ГОСТ Р 54471–2011 «Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Рекомендации по обеспечению достоверности и надежности» отвечает на вопросы обеспечения долговременной сохранности ЭД без ущерба для их юридической значимости и доказательной силы.

Давно разработаны требования к системам электронного документооборота. Это, например, такие национальные разработки, как DoD 5015.2 (США), PRO (Великобритания), NOARK (Норвегия), DOMEA (Германия). В России обычно используются европейские требования MoReq (Model Requirements for the Management of Electronic Records). Данная спецификация описывает в основном функциональные требования к управлению ЭД или требования к электронному документообороту. Она разграничивает понятия *простой документ* (document) и *официальный документ* (record) для обеспечения охраны официальных ЭД, доступности для лиц, имеющих на то право, исключения возможности утраты, изменения или удаления.

Модель официального ЭД может быть представлена в виде кортежа ОЭД = $\langle I, C, T, E, A, Z, P \rangle$, где представлены следующие множества реквизитов (элементов) документа, обеспечивающие соответственно: *I* – его идентификацию, *C* – его коммуникационные свойства, *T* – его структурированность, *E* – ссылки на другие документы, *A* – его аутентификацию, *Z* – его защиту, *P* – обработку содержащейся в нем информации.

Интерпретация XML-документа может быть произведена с использованием описания его структуры на языке XML Schema. Она сопоставляет имена тегов и домены ПрО XML-сообщения.

Важно не только информационное содержание ГИР, но и его параметры на МН, ряд из которых может не быть отражен в его реквизитах и модели, а также временные ряды и статистика его использования. Для его описания можно ввести кортеж $ИР = \langle ОЭД, p, s \rangle$, где *s* – матрица, описывающая для каждого обращения к ИР параметры соответствующего обращения, $p = (p_1, p_2, \dots, p_N)$ – вектор параметров p_i ИР, не отраженных в реквизитах ЭД и модели ЭД, например, имя файла архива, вид архиватора, пароль на архив, дата архивации, тип шифрования, длина ключа шифрования, объем в байтах, контрольная сумма, файловая система МН и т.д.

Государственный банк цифровой геологической информации (ГБЦГИ)

ГБЦГИ является интегрированной территориально распределенной системой со своим правовым, нормативно-методическим, организационным и информационно-технологическим обеспечением [4, 12]. В настоящее время система ФГИ имеет три уровня (федеральный, территориальный федерального округа РФ, территориальный субъекта РФ). Соответственно, организационная структура ГБЦГИ иерархическая – состоит из центров ГБЦГИ: федерального и территориальных в федеральных

округах, включая их филиалы в субъектах РФ, а также тематических, действующих в ЕИП. ЕИП – совокупность ИР, технологий их ведения, компьютерных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и общих правил сбора, обработки, хранения, распространения, защиты информации и информационного взаимодействия. Функции центра ГБЦГИ: организационные и научно-методические (внутренние), а также технологические, делящиеся на общесистемные (внутренние, направленные на обеспечение работы и развитие ИС) и информационно-аналитические: содержательной обработки данных и производства информационной продукции (могут быть внутренними – сбор данных и внешними – обслуживание потребителей).

В целом ГБЦГИ является частью госархива РФ, то есть отвечает «за отбор документов на хранение, комплектование и обеспечение сохранности архивного фонда, предоставление доступа к архивным документам» (ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007). Соответственно, ЭД ГБЦГИ являются документами Архивного фонда РФ. Помимо содержания, ЭД должен иметь метаданные. Управление ЭД должно обеспечить надежность ЭД, обладающих аутентичностью, достоверностью, целостностью, пригодностью для использования. Оно предусматривает экспертизу информации, подлежащей включению в ИС ГБЦГИ, определение сроков хранения ЭД и их включение в систему, регистрацию, классификацию, хранение и обращение с ЭД, доступ, контроль, отбор и передачу ЭД на последующее хранение или уничтожение, документирование процессов управления ЭД. Правила создания ЭД и метаданных о них, а также их включения в ИС должны быть строго регламентированы, требуется доказательство осуществления действий и гарантии, что ЭД архива защищены и могут быть восстановлены в случае необходимости. При этом требуется обеспечивать поддержку качества данных [1, 9]. ГИР ГБЦГИ являются национальным достоянием и частью госархива РФ. ГБЦГИ осуществляет управление ЭД, обеспечивая их надежность, аутентичность, достоверность, целостность, пригодность для использования. Хранение ГИР производится в соответствии с ГОСТ Р 54471-2011 «Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Рекомендации по обеспечению достоверности и надежности», что гарантирует обеспечение долговременной сохранности ГИР ГБЦГИ.

Для каталогизации и систематизации поступающих в ГБЦГИ цифровых данных, а также их отображения на ЭК используется Картографическая информационно-поисковая система (КИПС) [13]. БД КИПС является распределенной по узлам

центров ГБЦГИ и состоит из федеральной и территориальных БД, то есть КИПС должна обеспечивать интеграцию территориально распределенной информации. Нормативно-правовое обеспечение ГБЦГИ должно определять права производителей и потребителей информации, основы стандартизации элементов КИПС, оценки их качества и эффективности. Передовая ИПД ГБЦГИ обеспечивает работу геоинформационных веб-сервисов публикации, картографического отображения, обработки и скачивания геоинформации на основе геопортала КИПС [11-14]. ЭК КИПС становится одновременно доступна для просмотра тысячам веб-пользователей. ГОСТ Р 53898-2010 «Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Требования к электронному сообщению» открыл возможность предоставления ГИР ГБЦГИ в форме ЭД на основе геопортала КИПС.

Таким образом, ГБЦГИ является важнейшим динамично развивающимся звеном системы ФГИ, обеспечивающим предоставление ОГВ, недропользователям и обществу в целом средств и возможностей полного и оперативного использования цифровой геологической информации.

Распространение геоинформации

Концептуальная модель системы распространения геоинформации (СРГИ) на основе геопортала (сети геопорталов) может быть представлена кортежем [5]: $СРГИ = \langle S, R_p, C_{RS}, C_R, L_S, U, C_U, L \rangle$, где введены следующие обозначения множеств: S – информационных сервисов; R_p – ИР; C_{RS} – категории ИР с точки зрения их предоставления информационным сервисам; C_R – категории ИР с точки зрения их предоставления потребителям; L_S – местоположения серверов источников данных; U – потребителей ИР; C_U – категорий потребителей ИР; L – мест доставки ИР (оконечных узлов канала связи). Введем также обозначение $\Omega(M_1, M_2)$ – множество отношений между элементами множеств M_1 и M_2 концептуальной модели. Множества наиболее очевидных отношений характеризуют:

- $\Omega(C_U, C_R)$ – доступность ИР с определенной категорией доступа данной категории потребителей;
- $\Omega(C_U, S)$ – доступность сервисов для потребителей, относящихся к различным категориям;
- $\Omega(U, C_U)$ – вхождение потребителя в ту или иную категорию;
- $\Omega(U, L)$ – приуроченность потребителя данному оконечному узлу канала связи;
- $\Omega(R_p, L_S)$ – местонахождение каждого ИР;
- $\Omega(R_p, C_R)$ – категорию каждого ИР;

- $\Omega(S, C_{RS})$ – категории ИР, доступные каждому сервису;
- $\Omega(L_S, L)$ – расстояние между окончными точками канала связи.

Процесс поиска в архивной системе среди множества документов D можно формально описать как отношение \mathcal{R} , в соответствии с которым каждому информационному запросу из множества запросов ставится в соответствие подмножество $D' \subset D$ (ответ на запрос) [17].

При рассмотрении СРГИ с позиции предоставления по запросу информации (выходных ЭД) возникает задача описания потоков информации. Процесс получения аналитических и отчетных (выходных) ЭД на основе исходных ЭД и промежуточных (внутренних) ЭД, которые являются промежуточным результатом анализа и обработки исходных ЭД, можно представить в виде графа, заданного определенной матрицей смежности. Между ЭД, входящими в поток, существуют отношения вхождения и порядка. Потоки информации образуются не только при движении ЭД, но и метаданных, реквизитов, показателей, различных сообщений, данных и т.п. При их анализе можно использовать теорию графов.

Следующим этапом моделирования является описание информационного обслуживания потребителя СРГИ, при котором: поток запросов характеризуется моментами времени поступления запросов от потребителей; каждый запрос поступает в один из центров СРГИ (на один из серверов) и может ожидать в очереди, пока освободятся мощности сервера; время обслуживания запроса сервером является случайной величиной со своим законом распределения.

Рассмотренная выше КИПС ГБЦГИ является СРГИ, а с точки зрения теории систем массового обслуживания (СМО) – многоканальной СМО с бесконечным числом требований с потерями, многофазной, с несколькими очередями и беспriorитетной дисциплиной обслуживания. Основой функционирования КИПС являются информационные потоки: входной поток данных от внешних источников, входной поток информационных запросов и выходной поток данных к потребителям. При некотором упрощении поток запросов может считаться пуассоновским, а порождаемый случайным распределением поступления требований (запросов) и длительности обслуживания (ожидания ответов на запросы) процесс может считаться марковским.

Для детального моделирования работы портала следует перейти к модели *стохастической сети массового обслуживания*, в которой работа каждого компонента портала (серверов балансировки нагрузки, веб-серверов, серверов приложений, серверов БД и др.) моделируется СМО,

а портал в целом представляется как система взаимосвязанных СМО.

СРГИ геологической информации должна функционировать как портал госуслуг [1], обеспечивая технологическую возможность информационного взаимодействия федеральных ОГВ с гражданами и организациями с использованием сети Интернет при предоставлении им госуслуг в электронном виде. Она обеспечивает:

- оперативное *размещение* на нем информации, связанной с деятельностью организации;
- оперативный *доступ* к ГИР, содержащейся в ИС;
- публикацию *сведений о госуслугах*, включая регламенты их предоставления, бланки форм и заявок, справочных и методических рекомендаций по их заполнению и сдаче;
- организацию *интерактивного взаимодействия* с гражданами в рамках госуслуг;
- обеспечение *обратной связи* и обработку обращений граждан.

При использовании браузера в качестве универсального клиента реализуются принципы:

- обеспечение веб-доступа ко всем юридически значимым функциям посредством любого из универсальных браузеров в качестве клиента для внешних пользователей;
- в веб-интерфейсах не используются активные компоненты, чтобы не принуждать пользователя к снижению порога безопасности в браузере и не порождать несовместимые со стандартными браузерами реализации;
- не следует записывать на компьютер пользователей никаких программных компонентов или данных, влекущих потерю пользователем контроля над своим компьютером.

В публичном контуре СРГИ должны соблюдаться следующие принципы:

- общедоступность и открытость, достоверность и полнота ГИР;
- обеспечение безопасности личности, общества и государства при предоставлении ГИР;
- законность поиска, получения и передачи ГИР;
- соблюдение прав третьих лиц при предоставлении коммерческих ИР.

Онтологии и семантический Веб

В [16] рассмотрены лингвистические аспекты поиска пространственных объектов на естественном языке. Для поиска геоинформации, исходя из смысла вопроса, необходима достаточно широкая геоонтологическая система (ГОС), интегрирующая онтологии отдельных разделов наук о Земле [1, 18]. Процесс интеграции онтологий состоит

в построении результирующей онтологии из ряда исходных без потери содержащихся в каждой из них знаний. Она должна быть максимально связанной (содержать все отношения между классами) и не содержать дубликатов (например, эквивалентных классов). Этапы этого процесса: установление эквивалентности между концептами и поэлементное объединение множеств эквивалентных концептов и соответствующих отношений исходных онтологий, проверка корректности результата интеграции. В [18] приведена ГОС как результат встраивания в онтологию верхнего уровня DOLCE геоонтологий SWEET и схем GeoSciML (с расширением GWML) и EarthResourceML. GeoSciML – разработанная организациями CGI и IUGS геологическая концептуальная модель, на основе которой создан язык GeoSciML, являющийся расширением языка описания геометрии геообъектов GML и основанный на стандарте OGC O&M (наблюдения и измерения). Аналогично EarthResourceML является языком обмена данными о минеральных ресурсах, таких как месторождения полезных ископаемых, и их разработке и одновременно геоонтологией. Стандарт содержит два основных раздела: один, MineralOccurrenceFeature, описывает характеристики полезных ископаемых, а другой, MiningFeature, – характеристики разработки месторождений. Для соответствия INSPIRE в версию 2 добавлены также сущности, представляющие геологоразведку, категории запасов месторождений и прогнозных ресурсов полезных ископаемых, отходы горнодобывающей промышленности. Разработанная NASA геоонтология SWEET (Semantic Web for Earth and Environmental Terminology) содержит 6600 концептов, обеспечивая широкий охват знаний в области наук о Земле. Дальнейшее расширение ГОС возможно путем интеграции в нее ряда сущностей схемы XMML (eXploration and Mining Markup Language), описывающей данные ГИН и недропользования [18].

Североамериканская модель представления геологических карт NADM также может быть интегрирована в ГОС. Наиболее важные ее сущности: геологическое подразделение – картируемый выдел, объект наблюдения и т.д.; легенда листа карты – группа однотипных картируемых объектов на листе карты (группировка может быть выполнена по возрасту, вещественному составу, обстановкам формирования и т.д.); серийная легенда – описание наборов однотипных групп объектов смежных листов. Весьма перспективна для интеграции в ГОС DIGGS (Data Interchange for Geotechnical and GeoEnvironmental Specialists) – геопространственная схема обмена геотехническими и геоэкологическими данными (язык

разметки DIGGSML). В эту схему интегрированы такие разработки, как AGSML – язык разметки для обмена данными инженерно-геологических изысканий, COSMOS – формат обмена данными о землетрясениях и CivilXML – описание геотехнических аспектов строительных работ.

Создание ГОС будет способствовать появлению интеллектуальных ГИС. Однако ее разработка весьма сложна. В этих условиях возрастает роль ее концептуального проектирования [19], например на основе семантических сетей. В [1, 3] приведен ряд таких сетей, представляющих географические и геолого-геофизические знания.

Семантический Веб предполагает онтологическую запись и отбор ценной информации при логическом анализе смысловых связей веб-сервисами на основе языков: XML, RDF, RDFS и OWL (онтологии) и SPARQL (запросы к семантической сети). В сочетании с ИПД он позволяет реализовать в браузере пространственный поиск, геомоделирование и прогнозирование как на основе формальных параметров, так и исходя из смысла вопроса (запроса). Сегодня знания высококлассных геологов и геофизиков используются в минимальном объеме, не задействованы в коллективной работе. Эффективное госуправление в природоресурсной сфере и инновационное развитие ГИН невозможно без их формализации и использования в системах поддержки принятия решений (СППР).

Заключение

Можно утверждать, что ГИН стоит на пороге эволюционного скачка, вызванного компьютеризацией, использованием достижений геологической науки при построении моделей и алгоритмов обработки геоинформации. Для получения качественной и оперативной информации в сфере ГИН необходимо адекватное нормативно-правовое, научно-методическое, техническое, технологическое и организационное обеспечение ее сбора, обработки, анализа, хранения и использования, особенно в ФГИ. Для перехода к новому качеству ГИН необходимо информационное опережение, то есть создание ЕИП и ЕСИ должно опережать по времени организационные, технологические и производственные усилия в сфере ГИН.

Ключевые слова: геоинформация, ГИС, Веб, интеграция, электронная карта, портал, онтология.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блискавицкий А.А. Концептуальное проектирование ГИС и управление геоинформацией. Технологии интеграции, картографического представления, веб-поиска и распространения геоинформации. –

- Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2012. – 484 с.
2. Блискавицкий А.А. Обусловленность проектных решений геологических информационно-аналитических картографических систем свойствами геоинформации // Геоинформатика. – 2010. – № 3. – С. 28-41.
 3. Блискавицкий А.А. Методология и информационные технологии реализации цепочки «геологические данные → геоинформация → знания → решения» // Известия вузов. Геология и разведка. – 2011. – №4. – С. 73-77.
 4. Боголюбский А.Д., Мерецкова Т.Ф., Гипш С.А., Блискавицкий А.А. Состояние и перспективы развития Государственного банка цифровой геологической информации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2012. – № 4. – С. 106-112.
 5. Блискавицкий А.А. Современное состояние и перспективы развития Картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2011. – № 3. – С. 1-16.
 6. Блискавицкий А.А., Юон Е.М., Боголюбский А.Д., Мерецкова Т.Ф. Интеграция приложений ESRI ArcMap, MS Access и MS SQL-Server в картографической информационно-поисковой системе ГБЦГИ на основе СОМ-технологии // Геоинформатика. – 2008. – № 1. – С. 19-28.
 7. Блискавицкий А.А., Юон Е.М., Боголюбский А.Д., Мерецкова Т.Ф. Интеграция и представление информации в Картографической информационно-поисковой системе ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2009. – № 2. – С. 1-11.
 8. Блискавицкий А.А., Боголюбский А.Д., Марков К.Н., Суханов М.Г., Юон Е.М. Веб-доступ к Картографической информационно-поисковой системе (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2009. – № 4. – С. 17-28.
 9. Блискавицкий А.А., Боголюбский А.Д., Суханов М.Г., Юон Е.М. Новые возможности картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ: интеграция и поддержка обеспечения качества данных, веб-доступ // Геоинформатика. – 2010. – № 2. – С. 7-22.
 10. Блискавицкий А.А., Марков К.Н., Суханов М.Г. Интеграция веб-приложений и реализация поисково-запросных веб-сервисов в Картографической информационно-поисковой системе (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2010. – № 1. – С. 8-21.
 11. Блискавицкий А.А., Марков К.Н. Особенности реализации веб-подсистемы Картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2012. – № 1. – С. 7-20.
 12. Блискавицкий А.А. Виртуальная интерактивная интеллектуальная геоинформационная среда // Известия вузов. Геология и разведка. – 2014. – № 1. – С. 67-74.
 13. Блискавицкий А.А., Марков К.Н. Виртуальная интерактивная адаптивная геоинформационная среда Картографической информационно-поисковой системы ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2013. – № 1. – С. 10-20.
 14. Блискавицкий А.А., Марков К.Н. Веб-сервисы поиска и предоставления цифровых материалов геологических отчетов Картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2014. – № 4. – С. 2-10.
 15. Блискавицкий А.А., Юон Е.М., Ковтонюк Г.П., Боголюбский А.Д., Мерецкова Т.Ф. Картографическая информационно-поисковая система Государственного банка цифровой геологической информации // Геоинформатика. – 2007. – № 3. – С. 48-55.
 16. Блискавицкий А.А. Семантика геопространственных объектов, функциональная грамматика и интеллектуальные ГИС // Известия вузов. Геология и разведка. – 2014. – № 2. – С. 62-69.
 17. Блискавицкий А.А. Чутчиков Н.Н. Реализация информационных запросов в Картографической информационно-поисковой системе (КИПС) ГБЦГИ в локальной сети // Геоинформатика. – 2015. – № 2. – С. 2-11.
 18. Блискавицкий А.А. Интеграция геоинформатических систем // Информатизация и связь. – 2015. – № 3. – С. 69-72.
 19. Блискавицкий А.А. Концептуальное моделирование и проектирование ГИС // Информатизация и связь. – 2013. – № 2. – С. 43-45.