

С. Б. ПАВЛИДИС

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ),
г. Москва, Российская Федерация,
lisiza2001@gmail.com*

В статье показана специфика применения геоинформационных технологий в геологии, их роль в геологических исследованиях. Реализуя возможности систем управления базами данных, являясь редакторами растровой и векторной графики, обладая инструментарием для проведения аналитических операций, ГИС являются эффективным средством решения широкого спектра задач в геологии.

Ключевые слова: геоинформационные системы, реляционные базы данных, геологические данные, моделирование, картирование

В последнее десятилетие сформировалась новая система недропользования, которая предъявляет качественно иные требования к используемым информационным ресурсам по структуре, содержанию, объему данных, условиям функционирования. В настоящее время для работы с пространственной информацией применяется особый тип информационных технологий – геоинформационные системы (ГИС). Они позволяют осуществлять сбор, хранение, увязку и анализ данных в цифровой компьютерной форме. Эти информационные системы позволяют обрабатывать значительные объемы данных, создавать новые

связи между данными в разнородных базах, решать задачи подготовки и построения карт, проводить пространственный анализ геологической информации и осуществлять моделирование.

При ведении геологоразведочных работ ГИС могут быть использованы в качестве удобной среды для картосоставительских работ; модульной системы анализа и визуального представления результатов геологических исследований; информационной среды для моделирования месторождений полезных ископаемых (МПИ) с подсчетом запасов полезных ископаемых (ПИ); среды для интегрированного анализа разнородной геолого-геофизической информации, ее накопления и обобщения.

Быстрое эволюционирование привело к значительным изменениям ГИС: упростился и стал дружелюбным интерфейс, повысилась скорость работы, расширились функциональные возможности. Эти усовершенствования способствовали созданию мощной многопользовательской платформы для сбора, обработки, визуализации, построения моделей, анализа и передачи геопространственных данных. Современный уровень развития IT-технологий позволяет использовать геоинформационные системы на мобильных устройствах, в интернет-пространстве и в облаке. Эти возможности дают пользователям ресурсы для получения в режиме реального времени целостного представления о всех операциях по разведке и добыче полезных ископаемых. Данные, полученные в результате полевых изысканий, могут автоматически направляться на общие серверы и обновлять соответствующие базы данных. Информация станет доступной для полевых геологов на различных мобильных устройствах и через специализированные сервисы по протоколу веб-порталов с разграниченными правами доступа. Применение геоинформационных технологий сможет повысить точность обрабатываемой информации с помощью эффективных инструментов редактирования и проверки качества данных. Такое информационное сопровождение даст возможность каждому участнику геологических исследований иметь доступ к точной актуальной информации.

Таким образом, основная роль ГИС в геологических исследованиях состоит в интеграции, анализе и комплексной интерпретации разнотипных геопространственных данных, построении трендов и моделировании. Такой подход позволяет использовать ГИС в геологии не только как средство преобразования формы представления данных и справочно-аналитического обслуживания, но и как средство достижения конечных целей геологических исследований.

Назначение ГИС определяется решаемыми в ней задачами, а структура включает комплекс технических средств (КТС) и программное обеспечение (ПО), информационное обеспечение (ИО).

КТС состоит из персонального компьютера (ПК), устройств ввода-вывода информации, устройств обработки и хранения данных, различных средств телекоммуникации. Персональный компьютер управляет работой ГИС и выполняет обработку данных, основанную на вычислительных и логических операциях. Обработка и хранение данных осуществляются в системном блоке компьютера. Устройства ввода представляют собой технические средства, реализующие различные методы работы с информацией: данные можно вводить непосредственно с клавиатуры, отправлять со сканера или дигитайзера, получать через внешние компьютерные системы. Устройства вывода данных – мониторы, графопостроитель, плоттер, принтер обеспечивают вывод информации во внешнюю среду и дают возможность получить визуализированное представление результатов обработки данных. Реализация функциональных возможностей ГИС обеспечивается базовым и прикладным ПО. Прикладное ПО – это совокупность программных средств, предназначенных для решения специализированных задач в конкретной предметной области. Обычно они реализуются в виде отдельных модулей (приложений) и утилит (вспомогательных средств).

Базовое ПО включает в себя операционные системы (ОС), программные среды, сетевое программное обеспечение, модули управления базами данных, и системы управления средствами ввода и вывода данных, модули визуализации и пространственного анализа данных. Основой работы этих систем служит информационное обеспечение (ИО). Оно включает в себя совокупность массивов информации, систем ее кодирования и классификации.

В своей работе ПО использует различные виды данных. Для определения местоположения и описания геометрии объекта применяют пространственные данные, для описания свойств пространственных объектов – атрибутивные данные, для однообразного отображения пространственных объектов – библиотеки условных знаков.

Перед использованием в ГИС необходимо определенным образом подготовить сырые данные. Их первичной обработкой занимаются сервисные программы: программы для скачивания данных с GPS и ГЛОНАСС, векторизаторы, программы построения электронных таблиц, СУБД.

На современном этапе развития IT-технологий существует множество видов СУБД. Наиболее применимы в практике геологических исследований реляционные СУБД Oracle Database, Microsoft Access, MS SQL Server.

Oracle Database – объектно-реляционная система управления базами данных, поддерживающей язык запросов SQL. Ее преимущества: простота использования, понятная документация, поддержка длинных наименований, JSON, улучшенный тег списка и Oracle Cloud. Oracle Database представляет собой кроссплатформенное ПО. На языке платформо-независимом Си написано около 80 % программного кода, а ядро сервера реализовано на машинно-зависимых языках (остальные 20 %) переписывается под заданную платформу.

Созданная компанией Microsoft. реляционная СУБД Microsoft Access работает на языке Visual Basic for Applications (VBA), который позволяет разрабатывать приложения в Access для взаимодействия с базами данных. Вместе с языком VBA в приложении используется язык SQL и язык макрокоманд. Применимость MS Access ограничивает тот факт, что она является файл-серверным СУБД. MS Access совместим с внешними СУБД клиент-серверной архитектуры, такими как MySQL, Firebird, Oracle и др., обладает устойчивостью к сбоям в электропитании благодаря автоматическому сохранению после перехода к следующей записи. Проект MS Access целиком хранится в файле формата accdb, упрощая тем самым его распространение и работу с приложением в целом. Различные конструкторы позволяют работать с данной СУБД пользователям, обладающим низкой компетенцией [6].

Положительными отличиями данной настольной СУБД являются русифицированный интерфейс и достаточная система защиты информации.

MS SQL Server – система управления реляционными базами данных. Первая версия СУБД является совместной разработкой компаний Sybase, Ashton-Tate и Microsoft. MS SQL Server относится к СУБД клиент-серверной архитектуры.

Microsoft SQL Server совместим с базами данных других форматов, таких как Oracle, DB2, Sybase и Microsoft Access. Данная СУБД имеет облегченный доступ пользователей к анализируемой информации, что достигается интеграцией с пакетом программ Microsoft Office. Кроме того, есть возможность шифровать базу данных, файлы журналов или файлы данных, обеспечивая повышенную защищенность хранимой информации [6].

Microsoft Excel – стандартная система для создания таблиц. В ней очень удобно работать, она проста для понимания и не имеет проблем с установкой на электронный носитель, так как входит в пакет программ Microsoft Office. Подразделение на «книжки» упрощает поиск нужной информации среди таблиц. В отличие от Microsoft Access здесь нужно самому систематизировать все данные.

Программное обеспечение, используемое в геологоразведочных работах, можно разделить на несколько групп: векторные ГИС, растровые ГИС, горно-геологические системы для моделирования месторождений полезных ископаемых, сервисные программы.

Векторные геоинформационные системы широко используются при картосоставительских работах. Из наиболее часто встречающихся пакетов следует отметить ArcGIS, Mapinfo, QGIS [4, 5].

ArcGIS является геоинформационным программным продуктом американской компании ESRI. Применяется в задачах учёта систем инженерных коммуникаций, геодезии и недропользования и других областях. ArcGIS подразделяется на настольные и серверные. Основные продукты настольной линейки – ArcView, ArcEditor, ArcInfo, – каждый последующий включает функциональные возможности предыдущего. Кроме того, в настольную линейку входят бесплатные программы ArcReader (для просмотра данных, опубликованных средствами ArcGIS) и ArcGIS Explorer (облегчённый настольный клиент для ArcGIS Server).

ArcGIS позволяет получать полный набор самых разнообразных карт и таблиц. Анализ исходной и конечной информации происходит в СУБД Oracle. Процесс использования ArcGIS заключается в следующем: с помощью инструментов ArcView собирается геолого-промышленная информация. Затем она визуализируется и подвергается предметно-динамическому анализу с использованием ArcGIS Spatial Analyst. Результатом является получение «Шейп-файлов» и карт распределения УВС, которые включают в себе множество информации, необходимой геологам для работы: текущее состояние процесса добычи, количество запасов, петрофизические параметры и др.

Альтернативой ArcGIS является система QGIS. QGIS (Quantum GIS) — свободная кроссплатформенная геоинформационная система. QGIS намного понятнее для пользователя, чем интерфейс GRASS (на котором QGIS во многом основана), а в некоторых аспектах даже превосходит широко распространённые ГИС, такие как ArcGIS. С помощью графического интерфейса можно создавать карты и исследовать пространственные данные [2, 7]. Графический интерфейс включает в себя множество полезных инструментов, такие как компоновщик карт, панель обзора, пространственные закладки, редактирование/просмотр/поиск атрибутов, изменение символики векторных и растровых слоёв, подписывание объектов и многое другое. QGIS имеет преимущество на использование данных. Он поддерживает около 70 форматов.

MapInfo является географической информационной системой, предназначенной для сбора, хранения, отображения, редактирования

и анализа пространственных данных. В ней можно создавать и редактировать карты, проводить пространственные и статический анализ географической и семантической информации, работать с базами данных, осуществление геокодирования и многое другое.

Растровые ГИС традиционно используют для дешифрирования материалов аэрофото- и космосъемок при поисково-съёмочных работах. Геологи здесь используют Erdas Imagine, ENVI, ER Mapper, ПАНОРАМА.

ГИС «ПАНОРАМА» является универсальной геоинформационной системой, позволяющая создавать и редактировать карты, выполнять различные измерения и расчеты оверлейных операций, строить 3D модели, обрабатывать растровые данные, подготавливать графические документы в цифровой и печатный вид, а также работать с базами данных. Одна из наиболее функциональных разработок в Российской Федерации.

Горно-геологические системы предназначены для создания моделей месторождений полезных ископаемых (МПИ), подсчета запасов полезных ископаемых (ПИ), планирования и оптимизации горных работ, моделирования рудничной вентиляции, проведения маркшейдерских расчетов. На Российских предприятиях наибольшее распространение получили Surpac, Micromine, Datamine, Gemcom(GEOVIA), MineScape.

GEOVIA предоставляет инструменты 3DEXPERIENCE для моделирования и изучения нашей планеты – от обширных областей геосферы до небольших участков в населенных пунктах.

Они объединяют традиционные операции при работе с базами данных с преимуществами полноценной визуализации и пространственного анализа, которые предоставляет карта. Эти особенности ГИС обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом геологических явлений, с планированием стратегических решений предпринимаемых действий.

На современном уровне развития IT ряд компаний разработали многопользовательские ГИС-решения и сервисы для геологических исследований. Они помогают оптимизировать управление каждым этапом деятельности. Так платформа ArcGIS может быть интегрируема с другими корпоративными системами и решениями, что дает возможность объединить разнообразные наборы данных и обеспечить к ним доступ разным категориям специалистов. Это не только основные геологические карты и атласы, спутниковые снимки и данные геофизики, но и эксплуатационные данные. С ее помощью пользователи могут эффективно и качественно изучать и рассчитать экономический потенциал, управлять рисками, проводить экологические оценки и анализировать другие вопросы, влияющие на бизнес.

ГИС технологии (ArcGIS, QGIS) неуклонно развиваются в сторону облачных сервисов, включая и предоставление разнообразного контента в виде готовых наборов данных, карт, приложений и других продуктов. В перспективе эти технологии будут становиться все более мощными и, в то же время, более доступными и легкими в использовании, позволяющими применять ГИС на протяжении всего жизненного цикла ведения горных работ [1,3].

Постоянно развивающиеся программные продукты (ArcGIS for Desktop, ArcGIS for Server и новое настольное приложение ArcGISPro) с развитыми средствами работы с 3D позволяют все более эффективно использовать эту технологию, данные и бизнес-процессы, чтобы помочь сделать горнодобывающую промышленность еще более успешной в будущем. В будущем большое внимание будет уделено средствам работы с данными дистанционного зондирования, прежде всего с космоснимками и лидарными изображениями, с потоками данных, поступающих в режиме реального времени, и с так называемыми Большими данными.

Список литературы

1 Емельянова, Г. ГИС сегодня: тенденции, обзор: [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15737. – Дата доступа: 20.04.2020.

2 Интерактивные карты на основе ArcIMS сервера компании ESRI [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.esri.com/software/internetmaps/index.html>. – Дата доступа: 20.03.2020.

3 Кошкарев А.В. (ИГ РАН): мировой опыт применения геоинформационных технологий на глобальном уровне, основные тенденции их развития: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.gisa.ru/90605.html> – Дата доступа: 20.04.2020.

4 Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование / И.К. Лурье. – М.: КДУ 2008. – 424 с.

5 Области применения ГИС технологий, этапы создания, перспективы, тенденции развития: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.pandia.ru/text/77/223/18300.php> – Дата доступа: 20.03.2020.

6 Харлашкин, А.И. Сравнительный анализ реляционных систем управления базами данных / А.И. Харлашкин [Электронный ресурс] // Эл. журнал Молодежный научно-технический вестник. – 2016. – № 12. – Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/852965.html> – Дата доступа: 20.04.2020.

7 Шляхтина, С. Обзор онлайн-картографических сервисов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/software/> – Дата доступа: 20.03.2020.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ