

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Касымов М.А., Анарбаев М., Равшанбек уулу Ж.

Институт горного дела и горных технологий им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

В статье проведен краткий анализ современных технологий географических информационных систем и наиболее успешные направления использования их в геологии. Приводятся основные возможности наиболее распространенных геоинформационных технологий, применяемых при решении различных задач природопользования.

The article gives a brief analysis of the modern technology of geographic information systems and the most successful ways of using them in geology. We present the main features of the most common geo-information technologies applied in solving various problems of environmental management.

В современных условиях практически ни одна задача природопользования не решается без использования той или иной геоинформационной технологии. Развитие геоинформационных технологий связано с развитием программного обеспечения для обработки и интерпретации огромного массива геолого-геофизических данных.

Географические информационные системы (ГИС) – компьютерные технологии, работающие с координатно-привязанными объектами и описывающими их атрибутами.

Основой создания ГИС послужили, с одной стороны, картографические системы, направленные на построение карт различного назначения: географических, топографических, геологических, планов городов, лесных массивов, земельных угодий и т.д., с другой стороны, информационно-поисковые системы, обеспечивающие быстрый поиск требуемой записи, массива, файла по их символам.

В свою очередь такие географические информационные системы как Arc Info и Arc View, как наиболее распространенные, не предназначенные изначально для решения задач природопользования: геокартирование, прогноз и поиски месторождений полезных ископаемых, изучение глубинного строения земной коры, геоэкология, мониторинг природных систем – определили развитие геоинформационных технологий на базе синтеза автоматизированных систем обработки данных (АСОД) и ГИС.

АСОД играют важную роль при решении задач природопользования. Любая высокоорганизованная АСОД состоит из базы данных (БД), системы управления базой данных (СУБД) и пакета прикладных программ (ППП), определяющего содержательную функцию системы.

Многоуровневый (космос – воздух – земля – скважина) и комплексный (различные виды геофизических, геохимических исследований) характер геолого-геофизических данных определил необходимость развития принципиально новых ГИС - технологий, ориентированных на интегрирование исходных данных и результатов их обработки и интерпретации для различных методов, съемки по которым проведены на разных уровнях наблюдений.

Основные возможности наиболее распространенных геоинформационных технологий, применяемых при решении различных задач природопользования являются следующими:

1. Геоинформационные технологии комплексного анализа, материалов дистанционного зондирования. Комплексный анализ материалов дистанционного зондирования (МДЗ), получаемых при космо- и аэросъемках, впервые был реализован на базе ГИС с задачами составления земельных кадастров, классификации лесных и сельскохозяйственных угодий и т.д. Современные технологии комплексного анализа МДЗ представлены универсальными и специальными системами. Универсальные системы (Arc Info и Arc View) являются коммерческими и обеспечивают решение задач, как по землепользованию, так и по недропользованию и экологии. Специальные системы привязаны к решению узкого круга задач. Стандартный базовый комплект таких систем предусматривает следующие основные функции:

- гистограммные преобразования и сравнения,
- цветные построения мозаик из нескольких изображений,
- фильтрацию изображений в скользящих окнах,
- средства классификации изображений с обучением на эталонных объектах и без обучения (метод главных компонент),
- обработка радарных данных и использованием большого числа алгоритмов обработки и комплексного анализа изображений,
- обработка цифровых данных космо- и аэросъемок, а также геологических и геофизических данных, обеспечивая путем классификационных алгоритмов с обучением и без обучения оконтуривание областей для прогноза рудных районов и рудных полей.

Использование данных систем обеспечивает пространственный многомерный и комплексный анализ разноуровневой информации.

2. Технологии обработки и комплексного анализа геоданных с целью геокартирования, прогноза и поисков полезных ископаемых. Для решения задач геокартирования, прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых создано большое количество автоматизированных систем, среди которых выделяются методно-

ориентированные для обработки данных отдельных геофизических методов, и проблемно-ориентированные для комплексного анализа геоданных с целью прогноза и поисков различных видов минерального сырья.

3. Технологии комплексной интерпретации данных сейсморазведки и геофизических исследований скважин. Данные сейсморазведки с использованием кинематических и динамических атрибутов, рассчитываемых в скользящих окнах временного разреза, являются комплексными, а данные геофизических исследований скважин (ДГИС) уже по своей природе – комплексные. Создаваемые технологии комплексной интерпретации данных сейсморазведки и каротажа с учетом анализа керна решают задачи литологического расчленения разрезов скважин и корреляции литологических разновидностей пород в межскважинном пространстве, определения вещественного состава горных пород, построения геологических и гидродинамических моделей залежей углеводородов.

4. Технологии количественной комплексной интерпретации данных наземных геофизических методов. Количественная комплексная интерпретация геофизических данных, в отличие от комплексного анализа, требует реализации достаточно сложных алгоритмов решения прямых и обратных задач геофизики. Ее результатом является построение физико-геологических моделей среды и исследуемых объектов.

Геоинформационная система решает широкий спектр задач природопользования, включающий: автоматизированное построение геологических карт различного содержания и назначения; автоматизированное построение легенд; структурно-тектоническое районирование исследуемых территорий, построение геологических разрезов, компьютерный прогноз твердых полезных ископаемых, построение согласованных по физическим свойствам и геометрии физико-геологических моделей среды при изучении глубинного строения земной коры; геоэкологическое районирование.

Указанные задачи решаются на основе интегрирования разноуровневых и разнометодных по координатно привязанным пространственным геолого-геофизическим данным. Современные системы имеют возможность построения количественных физико-геологических моделей, согласованных по физическим свойствам, геометрии и форме изучаемых объектов на основе комплекса геолого-геофизических данных, зарегистрированных на разных уровнях исследований.

В основу современных продвинутых систем положены следующие принципиальные требования:

- использование в качестве входной информации растровых и векторных изображений

карт, материалов дистанционного зондирования Земли (космо- и аэросъемки), результатов наблюдений геофизических полей и фактографических данных различного типа, привязанных к пространственным объектам;

- совместная обработка различных (пространственных, атрибутивных и прочих) исходных материалов вне зависимости от применяемой технологии ввода и совместимости по форматам данных с ведущими географическими системами;

- интегрирование пространственных и фактографических данных в одной геоинформационной оболочке, использование прямых и обратных связей между системами управления пространственными и непространственными данными;

- совмещение и интеграция данных, полученных различными способами, их преобразование в картографические проекции, как отечественные, так и международные, при условии открытости системы и пополнения её новыми проекциями;

- интерфейс между геоинформацией, хранящейся в разных формах и форматах, обеспечивающий широкий набор преобразований и трансформаций данных в соответствии с конкретной задачей природопользования.

Многообразие прикладных задач природопользования на основе широкого комплекса геолого-геофизических данных обеспечивает построение легко расширяемой системы, разные блоки которой могут существовать и компоноваться друг без друга, могут создаваться разными коллективами, но опираясь на единую информационную базу.

Технология ГИС при прогнозе месторождений полезных ископаемых базируется на системном подходе и включает оригинальные по своему содержанию блоки:

– формулирование задачи с указанием цели, априорных представлений о геолого-прогнозной модели объекта; в частности генетического его типа. Сам объект прогноза или поиска выбирается в соответствии с целью и масштабом исследований. Формальными задачами прогноза по комплексу геологических, геофизических, геохимических полей являются: выделение объектов для поисковых работ (районирование); разделение объектов на перспективные и неперспективные по степени их сходства с эталонными объектами (разбраковка территории); упорядочение (ранжировка) перспективных объектов по их значимости (оценка). Информация в виде растровых данных МДЗ, векторной картографической информации, числовых геофизических и геохимических полей (сеточные данные) приводится к единому объекту исследований, в качестве которого является прямоугольная площадка, с размерами, соответствующими минимальному размеру объекта прогноза;

– формализацию модели, состоящую в определении соответствия геолого-прогнозной

модели исходным данным, описании критериев и атрибутов для решения задачи. При этом технология использует три типа формальных моделей: критериальную, задаваемую группой критериев, наличие которых благоприятствует достижению на данном объекте максимума целевой функции (под целевой функцией понимаются ожидаемые запасы или ресурсы), аналоговую, построенную на принципе аналогий и обеспеченную достаточным числом эталонных объектов с различными значениями целевой функции; критериально-аналоговую, сочетающую в себе наличие критериев и принципа аналогий;

– анализ данных и выбор метода решения задачи сводятся к оценке качества исходных данных и выбору алгоритма решения на основе методов таксономии (алгоритм голотип), распознавания образов с использованием байесовского подхода. При отсутствии эталонных объектов решается задача районирования на базе методов главных компонент или К-средних.

Интерпретация результатов решения по прогнозу осуществляется геологом путем согласования этих результатов с целью исследований.

Отличительной чертой комплексной оценки геоэкологического состояния территории на базе ГИС является эффективное технологическое решение, обеспечивающее автоматизированное формирование экологической составляющей модели развития исследуемой территории. А также компьютерный анализ пространственного проявления входящих в нее факторов на основе алгоритмов многокритериального районирования. Продвинутое технологии включают: формулирование модели, ее формализацию и расчет модели. При этом в зависимости от анализа экологической ситуации на разных уровнях управления природопользования все содержательные задачи экологической оценки сведены к трем типам формальных постановок:

– оценка сложности геоэкологических условий: участки с благоприятными, условно благоприятными и неблагоприятными условиями для освоения месторождений;

– оценка последствий воздействия на геологическую среду, сводящаяся к районированию территории на участки с разным состоянием экосистем и их способности к сомоовосстановлению;

– оценка риска загрязнения при аварийной ситуации, осуществляемая при контроле за уже эксплуатируемыми объектами недропользования.

Для каждой из указанных выше формальных постановок выработаны факторы, т.е. состав модели для различных этапов геоэкологической оценки территории.

Формализация и наполнение модели реализуются путем перехода от качественного описания факторов модели к расчету пространственных характеристик их проявления

на изучаемой территории. Для согласования разнородных источников информации эти характеристики рассчитываются в формате регулярной сети с выбором размера ячейки, определяемого площадью минимально значимого объекта на исходных картографических слоях.

Заключительным этапом технологии является расчет модели, включающий районирование территории на основе обработки комплекса формальных признаков с помощью классификационных алгоритмов.

Выводы:

1. В настоящее время для решения задач природопользования используется достаточно широкий спектр геоинформационных технологий. Среди этих технологий особое место занимает системы, обеспечивающие решение как традиционных задач по геокартированию и прогнозу месторождений полезных ископаемых, так и задач по изучению глубинного строения земной коры, геоэкологии и мониторингу природных систем. Данные ГИС являются интегрированными системами в смысле обработки и интерпретации разноуровневой и разнометодной информации.

2. В последние годы успешно используются новый тип геоинформационных технологий – информационно-аналитических систем для обеспечения рационального природопользования и устойчивого развития регионов; для поддержки принятия управленческих решений в природопользовании, основой которого могут служить единая информационная среда по интеграции различных информационных ресурсов (недра, леса, воды) при решении задач природопользования.

3. Дальнейшее развитие геоинформационных технологий при решении задач природопользования следует связывать:

- с переводом существующих программных комплексов на новую среду разработки;
- с расширением спектра решаемых геологических задач, в частности, в области инженерно-геологических изысканий;
- с использованием сетевых возможностей, в частности, ИНТЕРНЕТ, для оперативного взаимодействия исполнителей и заказчиков.

Литература:

1. Де Мерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. М. Изд. Дата+, 1999, 490 с.
2. Любимова А.В. Компьютерная технология комплексной оценки геоэкологического состояния территории. Геоинформатика, 2003, № 2, с. 44-47.
3. Митракова О.В. Создание информационно-аналитических систем для обеспечения рационального природопользования и устойчивого развития регионов. Геоинформатика, 2003, № 2. С. 15-18.