

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

Ю.Б. Баранов (ВНИИГАЗ)

В 1978 г. окончил Московский геологоразведочный институт (в настоящее время Российский государственный геологоразведочный университет — РГГРУ). В настоящее время — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геоинформатики РГГРУ и начальник лаборатории космической информации для целей газовой промышленности ООО «ВНИИГАЗ».

Р.В. Грушин (Федеральное агентство по недропользованию)

В 1995 г. окончил Московскую государственную геологоразведочную академию (в настоящее время РГГРУ) по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка МПИ». После окончания института работал в МГА, с 2002 г. — в ООО «ВНИИГАЗ». С 2004 г. работает в Федеральном агентстве по недропользованию (Роснедра), в настоящее время — начальник отдела информационных геологических ресурсов. Кандидат геолого-минералогических наук (геоинформатика).



Ю.Б. Баранов



Р.В. Грушин

Геоинформационные технологии в геологии существовали всегда, но как метод, а не как инструмент. И, конечно, этот метод назывался не «геоинформационным», а просто картографиче-

ским и применялся при анализе геологических карт после их составления.

Картографический метод исследований используется и сейчас и выражается в непосредственном анализе карт (топографических, геологических), а также анализе карт различной тематики (геологическое строение, гравитационное и магнитное поля, генетические типы четвертичных отложений), приведенных к одному масштабу и проекции.

Геологические карты представляют собой изображение распространения и формы залегания горных пород, разделенных по возрасту и составу, нанесенное на топографическую или географическую основу с помощью условных знаков.

Геологические карты составляются в процессе геологического картирования (геологической съемки), важным элементом которого является изучение состава, возраста и форм залегания горных пород непосредственно на местности, в полевых условиях (именно в этом случае широко используются GPS-технологии). Помимо этого, карты могут создаваться в камераль-

ных условиях в результате обобщения материалов, накопленных при геологических исследованиях, а это уже типичная «ГИСовская» задача.

Геологические карты являются основным источником информации для решения проблем развития минерально-сырьевой базы, экологии. Они служат основой при проектировании поисковых и разведочных работ, проведении инженерно-геологических изысканий и других аспектов хозяйственной деятельности и регулирования пользования недрами.

С помощью геологических карт могут быть сделаны выводы о формировании земной коры и закономерностях распространения полезных ископаемых.

Так, еще в 1932 г., при сводке карт по Восточно-Европейской платформе И.М. Губкин высказал мнение о возможной нефтеносности ее восточной части — Волго-Уральской области. Дальнейшие исследования геологов блестяще подтвердили эти прогнозы.

Первая геологическая карта на территорию нашей страны масштаба 1:5 000 000 вышла в 1937 г. (рис. 1), а масштаба

1:2 500 000 — в 1940 г. В 1964 г. было полностью завершено издание Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (в настоящее время составляются карты масштаба 1:1 000 000 так называемой новой серии). К началу 1980-х гг. были составлены геологические карты масштаба 1:200 000 экономически освоенных районов (около 85% территории страны). Составляются также геологические карты континентов и мира. Имеется опыт составления геологических карт Луны, Марса, некоторых спутников Юпитера, отдельных участков Меркурия и др.

Длительное время развитие технологии геологической картографии шло экстенсивным путем за счет привлечения новых источников косвенных сведений об объектах картографирования. Объемы информации и затраты на ее получение и обработку росли, а доля реально используемых данных и практическая отдача снижались. Выход из сложившейся ситуации заключался в применении принципиально новых компьютерных технологий обработки данных на базе объективной информационной основы — космического изображения земной поверхности, каждая точка (пиксел) кото-

рого имеет реальные географические координаты и поэтому может быть сопоставлена с картографической геологической информацией.

Первые геоинформационные системы были созданы в Канаде и США около 25 лет назад. Сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемых в экономике, политике, науке и образовании, управлении ресурсами и охране окружающей среды и т. д. В создании ГИС участвуют международные организации, крупнейшие государственные структуры, университеты, частные фирмы.

Ни для кого не секрет, что эпоха коренной перестройки государственной системы, начавшаяся после распада СССР, негативным образом сказалась и на развитии отечественной геологии. Объемы геологоразведочных работ катастрофически упали, новые геологические открытия за последние 20 лет можно пересчитать по пальцам одной руки, прирост запасов полезных ископаемых несопоставим с их добычей, а в отрасли возникла тяжелейшая кадровая ситуация, решить которую оперативно не представляется возможным даже при условии резкого увеличения финансирования.

Это привело к тому, что объемы новой геологической информации, являющейся главным, а зачастую и единственным результатом (продуктом) геологоразведочных работ, резко сократились. Но как не парадоксально, сложившаяся ситуация благоприятным образом повлияла на усиленное развитие и внедрение в отечественную геологию современных информационных технологий и, в частности, геоинформационных систем. Использование ГИС как инструмента для сохранения, обработки и анализа широкого комплекса ранее накопленных данных и получения на их основе новых информационных ресурсов позволило в условиях резкого снижения объемов геологических работ частично восполнить объективный дефицит информации.

Безусловно, это стало возможным во многом благодаря современным интенсивным темпам роста информационных и коммуникационных технологий. В результате в настоящее время геологоразведочный процесс от применения высокоточных навигационных приборов геологами до построения карт и схем выходной продукции с созданием реляционных баз и банков данных и научно-методическое сопровождение геологии и недропользования уже невозможно представить без использования ГИС-технологий.

Работы по составлению геологических карт на всех этапах проводятся с использованием компьютерных технологий геоинформационных систем. Информация заносится в базы данных, а затем в интерактивном режиме составляются цифровые модели карт и других графических материалов (например, геологических разрезов). Старые карты, существующие только на бумажных носителях, оцифровываются, хранятся и используются в виде цифровых моделей, которые пополняются и уточняются по мере получения новых материалов.

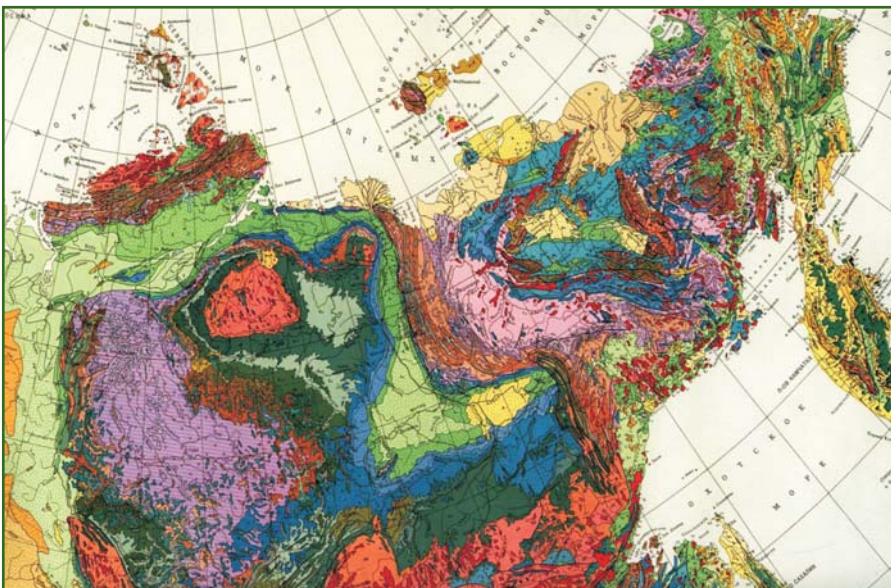


Рис. 1
Фрагмент Геологической карты СССР, масштаб 1:5 000 000

Появление геоинформационных систем означало коренной переворот в инструментарии моделирования географического пространства за счет принципиально нового способа описания геологического строения земных недр и его представления в форме цифровых моделей. На смену картографическому методу анализа бумажных карт пришли цифровые модели ГИС.

В России важнейшим фактором интенсификации работ по региональному геологическому изучению недр, повышению прогностических свойств создаваемых геологических карт и достоверности прогнозно-минералогических построений было признано применение компьютерных (ГИС) технологий на основе концепции Единой информационной системы недропользования, утвержденной Роскомнедра в 1994 г.

В настоящее время сложилось два генеральных направления использования компьютерных технологий: информационное (создание и наполнение баз данных) и прогнозно-аналитическое (интегрированная обработка данных, моделирование и прогноз).

Географические информационные системы — это интегрированные программные среды для работы с картой, а в более широком понимании — с любыми пространственно распределенными географически привязанными данными. Они предназначены для сбора, хранения и обновления картографической и семантической информации, а также проведения исследований путем ее анализа и моделирования. ГИС являются средством интеллектуальной обработки пространственных данных для обеспечения, разработки и поддержки принятия научных и управленческих решений.

Основой информационного обеспечения ГИС в геологии является электронный атлас. Понятие «электронного атласа» для государственных геологических

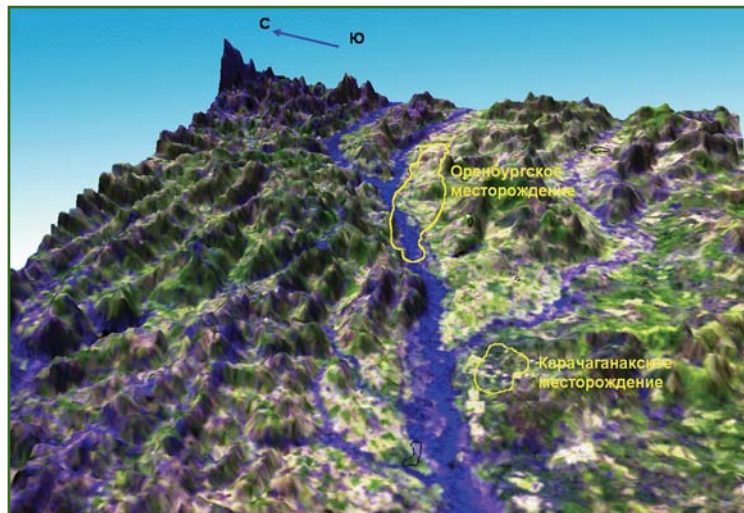


Рис. 2

Трехмерная ЦМР на территорию сложного Оренбургского тектонического узла, совмещенная с космическим изображением MODIS

карт жестко определено инструкциями (Создание Госгеолкарты-200 с применением компьютерных технологий, 1999), а при тематических работах зависит от целей и задач конкретного исследования.

Инструктивные документы определяют состав итоговых материалов, входящих в комплект цифровой модели карты, и включают цифровую топографическую основу, геологическую карту, карту четвертичных образований и связанных с ними месторождений полезных ископаемых, карту полезных ископаемых и закономерностей их размещения. Помимо этих карт в электронный атлас включаются дистанционная (данные дистанционного зондирования и результаты их дешифрирования), геофизическая (физические поля и результаты их геологической интерпретации) и геохимическая (комплект картографических геохимических материалов и базы геохимических данных) основы.

ГИС-проект предлагает совершенно новый путь развития картографии, преодолевая главные недостатки традиционных карт: их статичность и ограниченную емкость. ГИС управляет визуализацией объектов карты, позволяя работать с теми

из них, которые интересуют нас в данный момент. Фактически при этом осуществляется переход от сложных, часто перегруженных карт, к серии взаимосвязанных карт специализированных объектов, что обеспечивает высокую структурированность информации и позволяет ее эффективно использовать и анализировать, что особенно важно для правильной геологической интерпретации результатов дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли.

Контурные картографических объектов могут быть наложены на предварительно подготовленное космическое изображение. Сравнение результатов дешифрирования с картографической информацией позволяет существенно уточнить геологическое строение территории исследований (рис. 2).

При этом системный и ранговый подходы используются как концептуальная основа создания и применения единой системы картографических моделей, как научный метод разработки компьютерных технологий и как методология исследования.

Современные аппаратно-программные комплексы дают возможность построения цифровой модели геологического строения

территории. Данные дистанционного зондирования (космические изображения) участвуют в модели как одна из ее неотъемлемых составных частей. Посредством географических связей яркости космических изображений сопоставляются с геологическим строением (возрастом и составом геологических тел), геофизическими полями, геохимическими, а при необходимости и с другими, в том числе и табличными данными, характеризующими территорию исследований.

Географическая связь различной геологической, геофизической, геохимической, дистанционной и другой (например, экологической) информации позволяет наиболее полно проводить комплексную интерпретацию данных, искать и выявлять неочевидные природные связи между природными объектами.

Естественно, аппаратно-программный комплекс, на котором реализована такая цифровая модель геологического строения

территории, позволяет решать и обратную задачу — выявлять новые геологические объекты и уточнять картографическое изображение известных геологических тел и разрывных нарушений.

С разработкой и широким практическим внедрением геоинформационных систем и электронных карт, а также спутниковых и космических систем и технологий сбора данных, геология приобрела новые мощные средства создания информационных ресурсов.

Что же будет дальше? Ведь человек живет и воспринимает окружающий его мир в трехмерном пространстве. Поэтому, в создаваемых им компьютерных системах анализируемая информация (в нашем случае геологическая информация) также должна быть трехмерна. Значит, следующим шагом станет пространственное трехмерное моделирование, более емкое по информативности отображения геологического строения недр и

содержащихся в них полезных ископаемых. Но строение недр меняется с течением геологического времени, и в дальнейшем нас ждет разработка систем объемного моделирования, позволяющих продемонстрировать и проанализировать геологическую историю и сделать прогноз на будущее.

RESUME

Geoinformation technologies have been traditionally used in geology as a technique but not a tool. At present geological maps are compiled in the course of geological mapping based on a wide usage of the geoinformation technologies and space images. Geological maps serve the main source of information for decision making on both the mineral resources development and ecology. These maps serve a base for prospecting and reconnaissance survey planning, conducting geotechnical investigation as well as for other economic activity and regulating subsurface resources use.