

УДК 550.4:51

Т.П. Волкова (д-р геол. наук, проф.)

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

Геологическая наука и образование в XXI веке

Рассмотрены современные тенденции в развитии геологической науки и связанные с ними изменения нормативной и вариативной частей учебного плана подготовки студентов геологических специальностей ВУЗов Украины. Кратко изложена системная методология научных исследований в геологии.

Ключевые слова: системность, моделирование, компьютерная обработка данных, техногенез, экология, учебный план.

На современном этапе развития естественных наук под влиянием научно-технического прогресса происходят существенные изменения методологии научных исследований. Этому способствуют не только расширившиеся возможности фундаментальных наук, но также бурное развитие компьютерной техники. В последние десятилетия наблюдается глубокое проникновение математических методов и моделирования во все виды естественных наук, что способствовало переходу от традиционных, описательных методов к новым, более точным, количественным методам изучения объектов и процессов. Современная геологическая наука уже не может ограничиваться качественными характеристиками, а должна оценивать их количественно, обеспечивая тем самым более точный уровень исследования земных недр. Необходимость применения математических методов при обработке, анализе и обобщении данных возникает теперь при проведении любых геологических исследований. Если раньше они применялись, главным образом, для прогнозирования поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых, то сейчас, такие традиционно описательные исследования, как палеонтологические, стратиграфические, структурные, петрографические, минералогические, геоморфологические требуют использования количественных оценок.

В последние десятилетия методология геологических исследований базируется на системном подходе, который подразумевает описание объекта через свойства его элементов и отношения последних. Системой называется любой сложный объект, в котором можно выделить составные части (элементы), объединенные определенными связями и отношениями. Понятие системы включает два взаимосвязанных аспекта: структуру и функции. Сеть связей между элементами системы определяет структуру системы, а функции характеризуют реакции на взаимодействие элементов системы с внешней и внутренней средой. Все части системы находятся в сложных отношениях, подчиняясь законам координации (связи однопорядковых частей) и иерархии (связь разнопорядковых частей). Первая системная модель структуры полезного ископаемого для поисково-разведочных исследований предложена Л.И.Четвериковым. Им было введено понятие "элементарного блока", обозначающее геологический элемент системы, который на данной стадии изучения рассматривается как простое, условно однородное геологическое тело, поскольку нет данных о его составе. Тем самым была введена связь между количеством информации и строением системы в целом. В дальнейшем иерархия природных систем была разработана практически для всех разделов геологии. Выделение структурных элементов происходит в зависимости от поставленных задач. Например, при стадийных поисках и прогнозе рудоносности выделяются металлогеническая зона – рудный район – рудный узел – рудное поле - месторождение в качестве структурных элементов. Любой однозначно структурированный объект – это объект не сам по себе, а объект в определенном аспекте рассмотрения, и фиксируется при этом определенная структура – одна из многих.

В связи с проблемой структурирования объектов нельзя не коснуться представлений об уровнях организации материи, которые в последнее время рядом исследователей рассматриваются

в качестве концептуальной основы геологии. Эти представления сводятся к тому, что такой объект, как Земля, однозначно структурирован. Его можно расчленить на более мелкие объекты. Пространственно они находятся в отношении «вложения» и образуют иерархическую систему, в которой объекты каждого нижележащего уровня выступают элементами объектов вышележащего уровня. Непрерывность и постепенность многих геологических процессов характеризуют их как явления эволюционные. Наиболее ярким примером эволюционных систем в геологии являются рудоконтролирующие и рудоконцентрирующие структуры. Для них характерна преемственность свойств элементами разных иерархических уровней системы. Так, например, конкретное месторождение несёт в себе черты, как вмещающего его рудного поля, так и рудного узла. За счет этого повышается вероятность появления промышленных концентраций рудных элементов на все более локальных участках, представляющих собой разнопорядковые элементы одной рудоконцентрирующей системы.

Для всех эволюционных систем живой и неживой природы установлены такие общие закономерности, как необратимость, определенная направленность в развитии, самоорганизация. В результате эволюции происходит усложнение структуры системы, повышение степени дифференцированности свойств ее элементов. Самой главной чертой эволюционных систем является то, что во всех случаях они приводят к реализации маловероятных событий. Поскольку вероятность образования месторождения необычайно мала, то именно эволюционные рудообразующие системы имеют максимальную вероятность образования месторождений [1].

Использование системного подхода тесно связано с моделированием и математической формой выражения наблюдаемых данных. Это в свою очередь подразумевает наличие единой методологии обработки геологической информации, учитывающей иерархические особенности природных рудных систем. Еще В.И.Вернадский прогнозировал, что в будущем будет более интенсивно использоваться энергетика Земли, появится возможность оценивать эффективность геологических процессов для рудообразования с помощью термодинамических расчетов. В современных геологических исследованиях действительно используется термодинамический анализ геохимических процессов на основе закономерной связи между физико-химическими изменениями и функциями состояния системы [2]. По принципу связи с окружающей средой Земля относится к открытым термодинамическим системам, которые могут поглощать и отдавать энергию окружающей среде. За счет процессов притока и оттока вещества и энергии открытая система переходит в неустойчивое, критическое состояние, но всегда стремится вернуться к устойчивому состоянию с максимальной энтропией и минимальной свободной энергией. Именно земная кора характеризуется максимально неравновесным состоянием. Любой процесс перехода системы из неравновесного состояния к равновесному содержит в себе элементы самоорганизации. Под самоорганизацией понимается необратимый процесс, происходящий за пределами критического состояния системы и ведущий к созданию упорядоченности за счет согласованного действия подсистем [3]. В современной термодинамической трактовке эволюцию можно рассматривать как последовательность неустойчивых состояний, в каждом из которых за счет взаимосогласованного действия всех элементов происходит качественное и количественное изменение свойств системы. Эволюционные системы имеют самую высокую степень самоорганизации. Действие эволюционных процессов все более сосредотачивается на тех частях геохимических систем, которые имеют наибольшую активность и обеспечивают наибольшую интенсивность действия потока свободной энергии и вещества. Именно в таких частях системы формируются месторождения.

В эволюционных системах с высокой степенью самоорганизации появляются новые эмерджентные свойства, которых нет у отдельных элементов ее структуры. На этой основе базируется модель рудогенной системы как результат многоэтапного концентрирования низкокларковых элементов на всех уровнях ее строения. Изучая эволюцию рудных образований и возникающие иерархические уровни строения Земли, можно повысить достоверность прогноза поисков и разведки месторождений, выйдя за пределы вероятностных методов.

При геологоразведочных работах в результате геологической документации буровых скважин, горных выработок и естественных обнажений, спектральных и химических анализов пород и минералов, данных геофизических измерений быстрыми темпами накапливается большое количество информации. До сих пор накопившаяся за многие годы информация ждет компьютерной обработки и обобщения с целью ее дальнейшего научного и практического

использования. Острую необходимость внедрения математических методов в практику геологоразведочных работ испытывают производственные геологические организации в связи с возросшими требованиями промышленности к конкретности и достоверности геологоразведочных данных. Так, в соответствии с действующими положениями количественные оценки прогнозных ресурсов полезных ископаемых должны быть обоснованы уже по данным геологических съемок с уточнениями цифр прогнозных ресурсов, а затем, на каждой из последующих стадий геологоразведочных работ - запасов. С этим связано широкое внедрение методов обработки и обобщения практических данных, анализа, проверки, интерпретации получаемых результатов. Геоинформационные системы, базы данных, программы статистической и графической обработки информации стали обыденным инструментом геолога.

Необходимо разработать единые нормативы оплаты недропользования, учитывающие сложность геологического строения месторождения, вид минерального сырья, стоимость его на мировом рынке, условия и экологические последствия его отработки. Фактическое значение норматива платы за пользование недрами должно быть прямо пропорционально объему добытого полезного ископаемого и его рыночной стоимости, а обратно пропорционально себестоимости добычи. Тогда не будет возникать проблема освоения стратегически важных месторождений редких или благородных металлов, но относящихся к группе наиболее сложных по геологическому строению.

Резкое увеличение количественной информации, получаемой в процессе геологической съемки, поисков и разведки полезных ископаемых, вызвало необходимость разработки принципиально новых методов ее хранения, поиска, обработки и анализа с помощью компьютеров. Одно из важнейших направлений научно-технического прогресса в геологии состоит в широком внедрении автоматизированных методов накопления, хранения, обработки и передачи геологической информации с целью повышения эффективности геологических исследований. С учетом все возрастающей роли математического моделирования, широкого использования компьютеров во всех отраслях естественных наук становится очевидным значение данной дисциплины в образовании современного специалиста по геологической съемке, поискам и разведке месторождений полезных ископаемых.

Широкое внедрение в геологическую отрасль математического моделирования и компьютерных методов обработки геологической информации невозможно без введения новых дисциплин, повышения общего уровня информационного и математического образования студентов. В связи с этим происходит изменение как нормативной, так и вариативной частей учебного плана подготовки студентов. В нормативной части значительно увеличились часы по информатике, математике, методам обработки геологической информации. Соответственно происходит уменьшение объема часов по классическим дисциплинам геологического образования. Этот недостаток заполняется вариативной частью учебного плана. Основное ее назначение – наполнение дисциплинами, отражающими новые тенденции и технологии в развитии геологических наук. Следует отметить необходимость достаточной экологической образованности геологов. Дисциплины, освещающие проблемы техногенной минералогии, техногенной зональности, вторичного и попутного сырья, утилизации отходов являются не только актуальными, но и необходимыми для корректировки классических знаний. Безусловно есть проблемы методического обеспечения новых дисциплин, соблюдение нормативов по количеству читаемых предметов. Однако именно такое смысловое наполнение вариативной части учебного плана специалиста-геолога обеспечивает его быструю адаптацию как в современном научном информационном пространстве, так и на производстве.

Минерально-сырьевая база имеет исключительно важное значение для развития экономики каждой страны и является основой государственной безопасности. Украина относится к числу государств с мощным и развитым минерально-сырьевым комплексом. Донецкая область занимает главное место в экономическом потенциале Украины и является её крупнейшим промышленным регионом. Несмотря на 12 место по размерам территории, она имеет не только наибольшую численность населения, но и обладает большой емкостью внутреннего рынка, высоким уровнем научно-технического потенциала, мощным промышленным комплексом, а также высококвалифицированными трудовыми кадрами. На территории Донецкой области, которая составляет лишь 4,4% площади страны, сосредоточена пятая часть производственных мощностей страны. Здесь находится около 800 предприятий горнодобывающей, металлургической,

химической промышленности, энергетики, тяжелого машиностроения. Эксплуатируется около 300 месторождений полезных ископаемых.

Ввиду кризисного состояния экологии в Донецком бассейне, которое в ряде городов региона характеризуется как катастрофическая, кафедра "Полезные ископаемые и экологическая геология", начиная с 1996 года организовала обучение студентов по специальности "Экологическая геология". Значительное место в образовании геолога-эколога занимает экологическое право. Современный финансово-экономический механизм государственного регулирования геологической отрасли и недропользования в Украине, как и весь государственный аппарат, находится еще в стадии формирования. Вопросы использования недр недостаточно отрегулированы и действуют в уже устаревшем законодательном и нормативно-правовом поле, которое не учитывает необходимость и своевременность проведения экологических мероприятий. В результате финансовые поступления на экологические нужды регионов обратно пропорциональны количеству накопившихся проблем. Отсутствие научно обоснованной концепции в развитии минерально-сырьевой базы страны и отдельных регионов, приводит к стихийному освоению месторождений полезных ископаемых и неэффективному использованию государственных средств. Основой инвестиционной политики развития минерально-сырьевого комплекса должны стать следующие принципы, которые специалисты определяют как «рациональное использование недр». К ним относятся [5]:

- эффективное комплексное использование недр с помощью прогрессивных технологий геологоразведки, добычи и переработки полезных ископаемых;
- совершенствование производства с учетом стратегических интересов государства, конъюнктуры внутреннего и мирового рынка;
- учет экологических последствий разработки месторождений.

Повышение эффективности использования недр станет возможным только при условии реализации этих принципов на основе новой правовой базы.

Донецкому национальному техническому университету исполнилось 90 лет. Геологическая наука обосновалась в нем достаточно давно: кафедре геологии исполнилось 80 лет, а кафедре полезных ископаемых – 60. За прошедший период профессорско-преподавательский состав кафедр менялся как по качеству, так и по количеству. Однако всегда мы старались идти в ногу со временем, быть на «передовом фронте» науки, держать тесную связь с производством. Кафедры имеют высококвалифицированные научные кадры, которые выполняют исследования по наиболее приоритетным научным направлениям в геологии: тектонофизические исследования, изучение экологических проблем Донбасса, прогноз распределения углеводородных газов в угленосной толще Донецкого бассейна; изучение редкометалльных, золоторудных, алмазоносных месторождений Приазовья и Донбасса; изучение нетрадиционных полезных ископаемых, разработка новых способов геоструктурного картирования; оптимизации поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых математическими методами и моделированием. Совершенствуется способ структурно-геодинамического картирования (СГДК) и устройство для его реализации - прибор ЭФА. Исследовательские работы на кафедре выполняются в тесной связи фундаментальных и прикладных разделов геологии.

Любой юбилей – это повод подводить итоги, анализировать ошибки, ставить новые задачи. Среди последних – открытие новых геологических специальностей в университете, которые наиболее востребованы геологоразведочной и горнодобывающей отраслями промышленности Донбасса. Сотрудники геологических кафедр Донецкого национального технического университета уверены, что геологическая наука и образование будут в числе наиболее приоритетных для современного и будущих поколений.

Библиографический список

1. Волкова Т.П. Синергетика рудообразующих систем и прогноз оруденения / Т.П. Волкова // Вісник Харківського ун-ту ім.В.Н. Каразіна. - 2004. - №620. - С.14-19.
2. Волкова Т.П. Энергетика земной коры в трудах В.И.Вернадского и в современных научных исследованиях / Т.П. Волкова // «Творческое наследие В.И.Вернадского и современность»: доклады Междунар. науч. конф., 10-12 апреля 2005. - Донецк, 2005. - С.105-107.
3. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем / Ф.А.Летников. – Новосибирск: Наука, 1992. – 230 с.

4. Волкова Т.П. Принципы создания компьютерных моделей месторождений / Т.П. Волкова // Научный вестник НГУ. – 2005. - №6. - С.52-54.
5. Амоша О.І. Геоекологія: стан і стратегічні напрями розвитку / О.І. Амоша, М.О. Ільяшов. – Донецьк: Ін-т економіки пром-сті НАН України, Група «Енерго», 2008. – 234 с.

© Волкова Т.П., 2011

Стаття надійшла до редакції 03.07.2011.

Т.П. ВОЛКОВА
Донецький національний технічний університет, м. Донецьк

ГЕОЛОГІЧНА НАУКА ТА ОСВІТА У ХХІ СТОРІЧЧІ

Розглянуто сучасні тенденції в розвитку геологічної науки і пов'язані з ними зміни нормативної та варіативної частин навчального плану підготовки студентів геологічних спеціальностей ВНЗ України. Коротко викладена системна методологія наукових геологічних досліджень.

Ключові слова: системність, моделювання, комп'ютерна обробка даних, техногенез, екологія, навчальний план

T.P VOLKOVA
Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine

GEOLOGICAL SCIENCE AND EDUCATION IN XXI CENTURY

The paper considers modern trends in the development of geological science and related changes in the curriculum of training students of geological specialties at universities in Ukraine. Methods of geological research are summarized.

Keywords: systematic, modeling, computer data processing, technogenesis, environment, curriculum.