

СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ В АРМЕНИИ

© 1996 г. А. А. Авакян, Р. Т. Джрбашян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 10.09.96.*

Проведен анализ основных направлений автоматизации информационного обеспечения и применения количественных методов решения геологических задач. Показаны возможности и пути достижения современного уровня информатики в геологических научных исследованиях и производственных работах на основании опыта ИГН реализации геологических баз данных и математических моделей. В этой связи ставится вопрос об изучении и анализе геологических данных с позиции информатики. Целью этих работ являются структуризация и преобразования формальными методами, а также организация хранения, оперативного доступа и использования накопившихся за десятилетия геологических данных.

Быстрое расширение областей, вовлекаемых в современную информатику, и очевидные преимущества ее применения являются достаточным обоснованием целесообразности ее широкого внедрения в геологию Армении. (Сегодняшнее состояние информационного обеспечения геологических научных исследований и практических работ в Армении не может считаться удовлетворительным). В связи с этим неизбежным процессом нам кажется актуальным в настоящей статье представить общие подходы и те основные задачи информатики, которые на основании опыта работ в Институте геологических наук (ИГН) НАН Армении нам видятся применительными к специфике геологии Республики.

Следует отметить, что работы в этой области проводились геологическими организациями Армении разрозненно, без общего плана и единых методических принципов. Первые шаги по объединению усилий работы в этом направлении предпринимаются ИГН НАН и Госупрнедра РА.

Работы в области информатики связаны общей целью последовательного наращивания баз данных о минеральных ресурсах и месторождениях, а также автоматизации решений некоторых основных задач геологической науки и практики и, по-видимому, представляют собой самые результативные шаги в области геологической информатики. Причины такого положения вытекают также из принципов ведения экономики в прошлые годы, которые скорее стимулировали получение новой информации при экстенсивных методах ее обработки, чем способствовали интенсивному, углубленному использованию имеющихся данных.

В настоящее время обостряется необходимость интенсивного использования накопившихся геологических данных в связи с новыми принципами экономики Республики Армения и складывающейся соответственно им тенденцией сокращения объема полевых исследований. В связи с этим и следуя опыту развитых стран, в данной статье впервые ставится вопрос о том, чтобы объектом исследований, наряду с традиционной тематикой, сделать геологическую информацию, накопленную в Армении на протяжении многих десятилетий. Предметом исследований могут стать все виды информации, используемые геологической наукой, производством и смежными областями народного хозяйства. Конечной целью обсуждаемого направления исследо-

ваний является создание научных и методических основ для развитой информационной системы, действующей автономно или в составе возможной в будущем Республиканской информационной сети. Более близкими практическими результатами представляются создание и поэтапное наращивание автоматизированного геологического информационного обеспечения управленческих, производственно-экономических, проектных решений и научных исследований.

Для геологии предпочтительными методами и приложениями информатики являются: составление специализированных программ, автоматизация хранения и пользования данными на основе баз данных и персональных компьютеров, анализ структуры и формальное представление данных, построение количественных моделей объектов, процессов и отношений между ними, разработка правил адекватного применения и корректной интерпретации результатов вычислительных методов. В ограниченных случаях оказывается возможной также автоматизация получения данных при полевых, аналитических работах. Рассмотрение перечисленных задач является содержанием данной статьи.

За рубежом указанные вопросы имеют длительную историю развития. Из них наиболее актуальным было и продолжает оставаться создание информационных систем для оценки состояния, перспектив и степени изученности минеральных ресурсов. В этих системах полезные ископаемые и месторождения рассматриваются как товарное качество и национальное имущество в геологическом, технологическом и экономическом аспектах. Более двух десятилетий в США, Франции, Японии, Израиле и др. странах на национальном уровне созданы системы баз различных геологических данных, в том числе разведочных, картографических, каталогов буровых скважин [6, 7, 8, 9].

В странах СНГ на протяжении последнего десятилетия геологическая информатика развивалась в направлении создания тематически специализированных баз данных, т. е. ограниченных как по геологической тематике, так и по виду и форме данных. Подобные базы данных обычно содержат информацию, относящуюся к определенному региону. По этой причине, а также вследствие программной несовместимости баз данных на территории СНГ до сих пор отсутствует кооперация в области геологической информатики между странами и регионами.

Развитие обсуждаемого направления и его сегодняшнее состояние в Республике можно представить на примере работ, проведенных в ИГН НАН РА. Изложение нашего опыта далее в статье построено таким образом, чтобы показать возможности методов информатики в каждой из традиционных стадий геологических работ: обзора литературы, полевых наблюдениях, аналитических и камеральных работах, в которые входят анализ данных, построение и интерпретация вычислительных моделей, а также рутинные работы по оформлению результатов работ в виде отчетов или подготовке к публикации.

Автоматизация работы с библиографическими материалами важна в связи с тем, что научно-исследовательские и производственные работы по геологии, будучи процессом генерации информации, сами являются мощным потребителем литературных данных. В автоматизированной системе научно-технической информации, в сферу обслуживания которой ранее входила также Армения, головной организацией по геологии является РИЭМС. Вероятно, восстановление связи с этой системой наиболее реально связано с подключением к глобальной информационной сети [4, 5].

Библиографическая информационная система может базироваться на персональном компьютере и быть предназначена для индивидуального пользования. Система такого назначения в ИГН была разработана годы назад, однако не получила распространения вследствие малочисленности персональных компьютеров. При ее составлении был использован большой опыт первого фундаментального русскоязычного тезауруса с английским переводом терминов [3]. Тезаурус представляет собой пополняемый машинный словарь ключевых слов, в котором определены синонимы, вышестоящие и нижестоящие по объему термины каждого ключевого слова. В последующем возможности автоматической обработки и использования литературных источников значительно расширились в связи с появлением фирменных программных средств для составления справочных систем, содержащих произвольные данные.

Полевые наблюдения трудно поддаются автоматизации, ее методы наиболее разработаны для аппаратных средств. Такая возможность имеется на стационарных объектах наблюдения, оборудованных автоматическими записывающими устройствами. Наш опыт автоматизации аналитических работ также имеет характер отдельных экспериментов, в частности, в области спектрального анализа. Наиболее полная автоматизация этого процесса охватывает передачу интенсивности спектральных линий с помощью аналогово-цифровых устройств в ЭВМ, затем—машинная интерпретация этих линий и печать результатов. В ИГН реализована часть этой схемы, автоматически интерпретирующая интенсивности спектральных линий, вручную вводимые в компьютер.

Камеральные работы разнообразны как по форме, содержанию, так и по глубине их обработки. Относящиеся к ним чертежные, картографические, вычислительные и машинописные работы с высоким эффектом поддаются автоматизации. В литературе имеется опыт автоматизации описания и анализа структуры и минерального состава пород в прозрачных шлифах, однако дальнейшего развития эти методы не получили.

В настоящее время в традиционной геологической картографии успешно применяются методы компьютерной графики. Состояние в этой области можно описать на примере ИГН, где как программные, так и аппаратные возможности соответствуют современному уровню. Необходимая вычислительная техника для картографических работ—это специфические устройства ввода (цифрователь, сканер) и вывода (графопостроитель или плотер). Обработка или создание графических документов, в наиболее сложном случае—карт и трехмерных изображений, начинается с ввода данных в ЭВМ. Карты предварительно кодируются путем трансформации в цифровые данные. Такое представление графических данных позволяет их обрабатывать самыми разнообразными численными методами, редактировать, прибавлять и убавлять данные, а также строить новые производные карты и выводить их на бумагу автоматически, с помощью графопостроителя. Полная схема автоматизации исключает ручное черчение и позволяет получить без дополнительных работ различные варианты карт или их фрагментов.

Особой интересной областью работ является создание картографических баз данных. Такого вида работы в настоящее время продолжают углубляться, однако их описание выходит за пределы настоящей статьи.

Описанными средствами построены: серия моноэлементных геохимических карт бассейна озера Севан, погоризонтные планы распределе-

ния содержания, выраженных в изолиниях полезных компонентов некоторых промышленных месторождений Армении. Примером интересного решения одной из задач автоматизированного картирования явилось построение ландшафтно-геохимической карты Разданского района масштаба 1:50000. Эта производная карта создана путем сложения информации четырех карт—геоморфологической, геологической, климатической, растительных поясов. Составление такой карты представляет собой задачу отнесения территориальных единиц к заданным группам и затем графическое изображение результатов классификации. Подобные комплексированные карты могут иметь самое широкое применение.

Научные исследования и практические работы в геологии основаны на изучении структуры исходных данных, количественном описании объектов и отношений между ними, построения адекватных геологическому содержанию моделей. Описанные до сих пор работы служат этой основной цели, ее обслуживают также автоматизированные базы данных в качестве информационного обеспечения.

Анализ исходных данных производится с целью их структуризации и разработки способа формального описания предмета исследования, используемого при конструировании баз данных и количественном моделировании. Методы анализа геологических данных определяются их специфичностью, заключающейся в неоднородности (по детальности изучения) объектов или их частей, неодинаковой точности различных методов измерения и описания свойств объектов, разнородности по форме представления—числовая, графическая, текстовая.

Первые две особенности приводят к необходимости анализа качества данных и их соответствия решаемой геологической задаче.

Для этой цели применяются статистические числовые методы, определяющие независимость совокупности данных, принадлежность членов выборки одной генеральной совокупности, адекватность данных наблюдений выбранной модели. Различная форма данных требует применения методов формализации, позволяющих совместное их использование, в том числе кодирование графической информации.

Особенности формализации текстового материала геологического содержания связаны с тем, что такой текстовой материал, как правило, составляется довольно свободно не только в отношении стиля изложения, но и пользования терминологией. В то же время в геологической практике известны довольно установившиеся формы документации, например, скважин, горных выработок и др., традиционная практика использования которых показывает, что без ущерба для содержания можно разработать также определенные правила описания и других геологических объектов—месторождений, рудных тел, естественных обнажений горных пород, геологических разрезов и др. Разработка таких правил и соответствующих им документов необходима для того, чтобы иметь входной документ, достаточно формализованный для работы с ним в автоматизированном режиме, но унифицированный не в ущерб содержанию.

Разработка таких документов связана также с уточнением терминологии, номенклатуры описываемых геологических образований, в том числе с установлением синонимов не рекомендуемых к употреблению терминов и т. д. Заполнение же документов по каждому геологическому объекту является процессом создания новой информации. Для информационной системы «Минеральные ресурсы» в ИГН совместно с НЦ «Геоэкономика» разработан паспорт для типового опи-

сания месторождений полезных ископаемых, включающий общие и географические сведения, данные по геологии, структуре, минеральному составу сортов полезного ископаемого, сведения о запасах, условиях отработки и экономической оценке месторождения. Составлены паспорта более четырехсот месторождений, зарегистрированных в Госбалансе РА.

Математическое моделирование геологического объекта рассматривается как построение его формального количественного образа, который неотделим от цели работы, практического применения модели. Методы моделирования в значительной степени зависят и от содержания объекта—рудное месторождение, магматическое или осадочное образование и т. д., однако идеология моделирования во многом одинакова для различных областей геологии. Общим и независимым от содержания объекта в моделировании является выбор признаков, представительно описывающих объект, анализ и систематизация данных и разработка методики представления данных. Для некоторых областей геологии такие решения находятся весьма просто. Например, для построения геолого-статистических моделей месторождений полезных ископаемых применительно к задачам разведки, подсчета запасов используются данные детального опробования и документация горных выработок. В большинстве же случаев при построении многофакторных моделей сложным вопросом является выбор определяющей информации. Так, при геохимических поисках основным является установление элементов индикаторов, при прогнозе месторождений—установление рудоконтролирующих факторов и относительная количественная оценка их роли. Далее важным вопросом является выбор теоретической модели по признаку ее соответствия содержанию моделируемого геологического объекта. Здесь определяются также количественные отношения между признаками, их информационный вес в модели.

Следует отметить, что уже на стадии подготовки к моделированию обрабатывается большой материал, что повышает его ценность и создаются возможности для его многократного использования в других аналогичных задачах. Например, данные, подготовленные для подсчета запасов, затем, с добавлением новых, могут быть многократно использованы для оперативного анализа движения запасов.

Информационная ценность геологического материала повышается за счет того, что производятся контроль качества, анализ структуры и систематизация данных, формируются новые производные данные, а также новые формы представления данных (построение диагностических, генетических и др. диаграмм), оформление данных в виде, удобном для постоянного хранения и прямого оперативного доступа. Кроме указанных часто обнаруживаются новые, неизвестные отношения между признаками моделируемого объекта.

Наряду с количественным описанием изучаемого объекта результатом математического моделирования является создание методов, алгоритмов, программ для решения аналогичных задач на других объектах. Применение в практической геологии этих средств, а также моделей детально изученных объектов в качестве эталонных, обеспечивает надлежащий методический уровень работ, выполнение инструкций и рекомендаций, заложенных в модели, строгую научную обоснованность анализа и интерпретации полевых и камеральных материалов. В научных исследованиях более важны те результаты моделирования, которые приводят к сопоставимости работ разных авторов за счет стандартизации схем интерпретации и представления результатов исследования.

Следует отметить, что нами накоплен опыт моделирования рудных месторождений в связи с геологоразведочными задачами. Наиболее разработанными методами и задачами моделирования рудных месторождений являются количественное описание месторождений на основе модели статистики случайной величины применительно к детальной разведке и подсчету запасов, построение объемной геолого-математической модели рудных месторождений.

Первый тип модели использован для всех месторождений Армении, запасы которых подсчитывались на протяжении последних лет. Этим методом получены интересные результаты, в особенности при высокой изменчивости содержаний полезных компонентов. Изменчивость оруденения анализируется дифференциально в соответствии с практическими задачами оценки достоверности подсчета запасов и определения степени устойчивости состава рудной массы в пространстве рудного тела или месторождения и во времени—при обработке руд. На Меградзорском месторождении золота показана целесообразность интервальной оценки среднего (по причине высокой изменчивости) содержания полезных компонентов. Сравнением выборочной средней с доверительными интервалами истинной средней прогнозируется отклонение запасов золота от подсчитанных в пределах от 5 до 15%.

Методом, основанным на модели статистики случайной величины, определяются минералогические типы руд, устанавливаются их количественные соотношения и пространственное распределение. На Техутском медно-молибденовом месторождении анализом двухмерного (совместного) статистического распределения меди и молибдена по пробам 18-и горизонтальных слоев установлено, что распределение меди и молибдена не зависят друг от друга, что свидетельствует о наличии на месторождении как самостоятельно медных, так и молибденовых руд, а также о количественном преобладании такого состава руд над медно-молибденовыми рудами. Сравнением послойного статистического распределения устанавливается также изменение соотношения минералогических типов руд по вертикали. Полученные данные подтверждают выводы, основанные на изучении вещественного состава руд [2] и помогают в построении объемной модели месторождения.

Сходные задачи методом объемного, трехмерного тренд-анализа решены на Каджаранском месторождении, для Левобережного участка. Для рудных месторождений методика тренд-анализа была применена впервые [1], в результате чего выделены статистически однородные объемные зоны и установлено вертикальное зональное строение Левобережного участка, количественно описаны пространственные закономерности распределения меди и молибдена.

В процессе наших работ методы статистического моделирования применялись также в области вулканизма при изучении верхнеплиоцен-четвертичных базальтовых породных ассоциаций Армении. Интересные результаты дали также модели климатических процессов, режима подземных вод и др.

В заключение следует отметить, что рассмотренные вопросы автоматизации информационного обеспечения достаточно полно охватывают основные области геологических научно-исследовательских и производственных работ.

Описанные методики, разработанные программы и накопленные базы данных, а также наш опыт работы с ними свидетельствуют о том, что современные возможности информатики могут быть неограни-

չենո օգտագործուած են ինչպէս իրենց հիմնական նպատակները լիարժեք կատարելու, այնպէս իրենց հիմնական նպատակները լիարժեք կատարելու համար: Սակայն այս աշխատանքները միավորված չեն եղել մեկ ընդհանուր ծրագրով և նպատակով: Նշված բացը լրացնելու հատկապէս կարևորվում է այժմ, երբ խիստ կրճատվել է դաշտային և փորձարարական աշխատանքների ծավալը: Այս պատճառով առաջ եկող նոր տվյալների պակասը կարող է լրացվել առ այսօր գոյութուն ունեցող նյութերի առավել ինտենսիվ օգտագործմամբ, ինչի հնարավորութիւն էն տալիս տեղեկատվական միջոցները: Այս տեսակետից որպէս նոր մոտեցում առաջարկվում է հետազոտման առարկա դիտել նաև երկրաբանական ինֆորմացիան:

Работа выполнена в рамках темы 94—579, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵԴԵԿԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ԽՈՒՄՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ

Ա. Ա. Ավագյան, Ռ. Տ. Զրբաշյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Ժամանակակից տեղեկատվությունը լայնորեն տարածվել է նաև երկրաբանության ասպարեզում: Հայաստանում այս ուղղությամբ աշխատանքներ կատարվում են սովելի քան մեկ տասնամյակի ընթացքում, սակայն այս աշխատանքները միավորված չեն եղել մեկ ընդհանուր ծրագրով և նպատակով: Նշված բացը լրացնելու հատկապէս կարևորվում է այժմ, երբ խիստ կրճատվել է դաշտային և փորձարարական աշխատանքների ծավալը: Այս պատճառով առաջ եկող նոր տվյալների պակասը կարող է լրացվել առ այսօր գոյութուն ունեցող նյութերի առավել ինտենսիվ օգտագործմամբ, ինչի հնարավորութիւն էն տալիս տեղեկատվական միջոցները: Այս տեսակետից որպէս նոր մոտեցում առաջարկվում է հետազոտման առարկա դիտել նաև երկրաբանական ինֆորմացիան:

Երկրաբանության ասպարեզում տեղեկատվության գիտության կիրառութիւններից առավել գերադասելի են տվյալների պահպանման և փոխակերպման ավտոմատացումը, նրանց ձևական ներկայացման եղանակները, առարկաների, գործընթացների և նրանց միջև կապերի քանակական մոդելների կառուցումը, հաշվողական եղանակների և մաթեմատիկական մոդելների հիմնարկված կիրառումը և մեկնաբանումը: Որպէս ուսումնասիրության առարկա քննարկվող ասպարեզում կարող են հանդես գալ տեղեկատվության բոլոր տեսակները, որոնք ծառայում են երկրաբանական գիտությանը, արտադրութիւնը և ժողովրդական տնտեսութիւն կից այլ ճյուղերին: Քննարկվող ուղղութիւն վերջնական նպատակում հանդիսանում է զարգացած տեղեկատվական համակարգի գիտական և մեթոդական հիմքի ստեղծումը, հետադադում հանրապետական տեղեկատվական ցանցի կազմում գործելու համար: Հայաստանում երկրաբանական տեղեկատվության ասպարեզում անցյալ տարիների ընթացքում աշխատանքներ կատարել են հիմնականում ՀՀ ԳԱԱ ԵԳ ինստիտուտում: Այդ աշխատանքների թվին են պատկանում Թեղուտի, Հիճրի, Արմանիսի, Թեյի հանքավայրերի նմուշարկման տվյալների հենքերի կազմումը և հատկապէս Կապանի Ի Շահումյանի հանքավայրերի երկրաբանական հետախուզական համալիր տվյալների հենքերի համակարգի ստեղծումը: Վերջինի կարևոր հատկանիշը կայանում է նրանում, որ այն ընդգրկում է բազմատեսակ գծագրական, թվային, տեքստային նյութեր, որոնք ըստ պահանջի կարող են ձևափոխվել և օգտագործվել համատեղ:

Հոգվածում ներկայացված է նաև համակարգչային քարտեզագրման արդյունքները: Այս ուղղությամբ մշակված են գծագրական տվյալների ձևական ներկայացման և փոխակերպման միջոցներ և մշակման ծրագրեր: Համակարգչային եղանակով կազմվել են Սևանա լճի ավազանի երկրաբանական մոնո-

էլեմենտ քարտեզներ և Հրազդանի շրջանի լանդշաֆտների 1:50000 մասշտաբի քարտեզ:

Մաթեմատիկական մոդելավորումը դիտվում է որպես երկրաբանական մարմինների, գործընթացների ձևական քանակական կերպարի ստեղծում: Մոդելավորման ուղղակի արդյունք են հանդիսանում նաև մեթոդական նոր լուծումները, արգորիթմական և ծրագրային միջոցների ստեղծումը, երկրաբանական նյութի համակարգումը և ժամանակակից պահանջներով կադմակերպումը և պահպանումը:

Ներկայացված վերլուծությունը և երկրաբանական արդյունքները բավարար չափով հիմնավորում են ժամանակակից տեղեկատվության արդյունավետությունը և առաջնահերթ խնդիրները:

CONDITIONS AND OBJECTIVES OF GEOLOGICAL INFORMATICS IN ARMENIA

A. A. Avakian, R. T. Djrbashian

Abstract

The basic directions of information computerization and application of quantitative methods in solving geological problems are analyzed. Based on the experience of the Institute of Geological Sciences in realization of geological databases and mathematical models, the real possibility and way to achieve the modern level of informatics for scientific researches and geological production in Armenia are shown. To this end an issue on study and analysis of the geological data of Armenia from the viewpoint of informatics, aimed at their restructuring and transformation by means of formal methods, arrangement for storing, operational access and use, is put forward.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А. А., Манукян С. Р. Математическая модель штокверкового оруденения по данным Каджаранского месторождения. В кн.: Многофакторные модели рудных месторождений... Тбилиси, 1988, с. 75—76.
2. Амирян Ш. О., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С. Стадии минерализации, минералы руд Техутского месторождения—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1987, № 4, с. 31—44.
3. Дворкина Б. Д., Долгополов В. М. и др. Многоязычный тезаурус по геологии (русский вариант) Л., 1982. 272 с.
4. Клименко С., Уразметов В., Internet—среда информационного обитания общества. Противно. 1995, 325 с.
5. Каталог локальных баз данных научно-исследовательских учреждений и организаций АН СССР и АН союзных республик. М. 1990, 159 с.
6. Albirt T. N. Geoscience data management. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 311—313.
7. Bernard A. G. Quantitive fall-back of naturalist classification of ore deposits. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 313—315.
8. Boehm S., Frenkel Y., Gill D. Computerised catalog of geological maps of Israel. Comp. and Geosc., 1980, vol. 6, pp. 451—456.
9. Clark A. L. Resource data bases-resource assessment. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 309—311.