



О. К. Ланге, Н. И. Плотников

НАУЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ



Издательство Московского университета 1980

О. К. ЛАНГЕ, Н. И. ПЛОТНИКОВ

НАУЧНОЕ
СОДЕРЖАНИЕ
СОВРЕМЕННОЙ
ГИДРОГЕОЛОГИИ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
1980



3259

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

Рецензенты:

докт. геол.-минерал. наук В. А. Всеволожский,
докт. геол.-минерал. наук К. Е. Питьева

Ланге О. К., Плотников Н. И.

Научное содержание современной гидрогеологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1980 г. 96 с., с ил.

В книге изложены некоторые аспекты научного содержания современной гидрогеологии в свете новой геологической, геофизической и гидрогеологической информации.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся проблемами гидрогеологии.

Л 20806—025
077(02)—80 140—80 1904060000

ПРЕДИСЛОВИЕ

Октавий Константинович Ланге — ученик Алексея Петровича Павлова. Широта его научной эрудиции сравнима с «павловской» эрудицией, его педагогический талант повторяет блестящий педагогический талант А. П. Павлова. Ученик унаследовал многое от своего учителя, но, как и полагается в науке, он пошел дальше, вышел за круг вопросов, которыми занимался А. П. Павлов. О. К. Ланге являлся одним из создателей гидрогеологической науки; он оставил яркий след в формировании и становлении отечественной гидрогеологии. О. К. Ланге был не просто ученым и педагогом, он был первым ученым — организатором науки. О. К. Ланге были среди тех, кто по призыву В. И. Ленина поехали в Ташкент создавать Среднеазиатский университет. И он действительно создавал его; в Ташкентском государственном университете им. В. И. Ленина О. К. Ланге была организована кафедра гидрогеологии, которая воспитала десятки среднеазиатских гидрогеологов, успешно работающих в республиках Средней Азии и за их пределами. Правительство УзССР присвоило О. К. Ланге почетное звание «Заслуженный деятель науки УзССР».

После Великой Отечественной войны О. К. Ланге вернулся в Московский университет, где создал кафедру гидрогеологии, получившую в настоящее время широкую известность.

На протяжении всей многолетней научно-педагогической деятельности О. К. Ланге постоянно уделял большое внимание научному содержанию отечественной гидрогеологии и новым перспективным проблемным исследованиям, которые непосредственно вытекали из запросов практики.

О. К. Ланге систематически выступал по многим проблемным вопросам в печати и в своих публикациях раскрывал содержание новых идей и задач в области теории и практики гидрогеологических исследований. В последний период его жизни были опубликованы три наиболее важные в этом направлении работы. Так, в 1950 г. в статье «О некоторых вопросах гидрогеологии на современном этапе ее развития» О. К. Ланге подчеркнул необходимость постоянно учитывать историческую преемственность науки на всех этапах ее разви-

тия. Это положение является очень важным для правильной оценки новых направлений в науке.

Отстаивая самостоятельность гидрогеологической науки, О. К. Ланге неоднократно подчеркивал связь гидрогеологии с другими смежными науками и ее влияние на развитие ряда наук о Земле. Он придавал большое значение проведению научных дискуссий и обмену мнениями как активной форме коллективного воздействия на становление гидрогеологической науки. «Это особенно важно,— писал О. К. Ланге,— для молодой дисциплины, еще не вполне определившей свои научные границы и направления научных исканий».

В двух других работах — «О некоторых проблемах гидрогеологии» (1962) и «Некоторые вопросы теоретической гидрогеологии» (1963)—О. К. Ланге были рассмотрены исторически сформировавшиеся основные направления гидрогеологии, их содержание, пути дальнейшего развития, а также проблемы, имеющие важное значение на данном этапе становления гидрогеологической науки.

В период с 1973 по 1976 год О. К. Ланге продолжал свои исследования по изучению проблем современной гидрогеологии. Он руководил на кафедре гидрогеологии геологического факультета МГУ исследованиями по теме: «О научном содержании современной гидрогеологии». В этих исследованиях в качестве ответственного исполнителя принимал участие профессор кафедры, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор геолого-минералогических наук Н. И. Плотников.

Незадолго до кончины О. К. Ланге (1976 г.) их совместная работа по существу была закончена. Некоторые основные разделы и научные положения, разработанные О. К. Ланге, были освещены в публикациях научных трудов кафедры гидрогеологии (1973 и 1977 гг.). Однако полностью указанные совместные исследования были завершены профессором Н. И. Плотниковым лишь в 1977 г. По результатам их была подготовлена настоящая книга. Далеко не все в ней является бесспорным. Наоборот, многие положения весьма дискуссионны и не могут быть приняты автором настоящего предисловия.

Дискуссионность ряда высказанных положений понимали и авторы работы, которые сами отмечают, что основные понятия и определения современной гидрогеологии, так же как и ее научное содержание, излагаются в порядке обсуждения и обмена мнениями. Можно думать, что всесторонний обмен мнениями позволит найти правильное представление о научном содержании гидрогеологии и наметить пути ее дальнейшего развития. В этом отношении настоящая книга представляет интерес для широкого круга читателей.

Академик Е. М. Сергеев

ВВЕДЕНИЕ

В современную эпоху научно-технической революции заметно быстро развивается наука и прежде всего такие фундаментальные науки, как математика, физика, химия и др. Наука в социалистическом обществе тесно связана с практикой и по существу стала непосредственно оказывать влияние на развитие производительных сил страны. Под влиянием достижений фундаментальных наук, внутренних потребностей и запросов практики успешно развивается и группа наук о Земле, в том числе такая наука, как гидрогеология.

Отечественная гидрогеология как наука за последние 10—15 лет в значительной степени обогатилась достижениями научно-технического прогресса; в ней успешно зародились новые разделы, новые научные идеи, новые направления проблемных исследований; успешно внедряются в практику гидрогеологических работ новые современные технические средства и методы исследований. Есть все основания отметить, что отечественная гидрогеология вступила в качественно новый этап своего развития. Поэтому целесообразно рассмотреть принципиальные изменения, которые произошли в теоретических основах гидрогеологии и ее прикладных разделах, с позиций исторической преемственности оценить основные понятия и определения, отвечающие современному уровню науки.

Не случайно в последние годы в нашей периодической печати был опубликован целый ряд научных работ, в которых рассматривалось научное содержание современной гидрогеологии, основные направления и организационные формы дальнейшего развития науки в нашей стране и др. Было опубликовано несколько монографических работ, посвященных новым, вполне сформировавшимся научным разделам современной гидрогеологии. В отдельном разделе настоящей работы кратко рассмотрен обзор основных опубликованных работ в указанных направлениях.

В отечественной гидрогеологии действительно очень четко зародились такие новые направления и проблемные исследования, как: планетарная гидрогеология, гидрогеология и охрана окружающей среды, дистанционные методы изучения

природных условий территории страны, гидрогеофизические методы изучения гидрологических процессов, гидрогеология и сейсмология, поисковая гидрохимия, радиогидрология, обоснование искусственного восполнения запасов подземных вод, гидрологические основы добычи полезных ископаемых методом подземного выщелачивания и захоронения токсичных промстоков в глубокие водоносные горизонты, изучение изотопного состава подземных вод и многое другое.

Современная наука не может успешно развиваться без внедрения новых технических средств. Под влиянием запросов практики, которая является главной движущей силой науки, гидрология в последний период обогатилась новыми, современными техническими средствами, с помощью которых качественно по-новому успешно изучаются сложные гидрологические процессы: современные электронные аналоговые и цифровые вычислительные машины (АВМ и ЭЦВМ), новая буровая техника, атомно-абсорбционная и масс-спектрометрическая аппаратура для изучения вещественного состава подземных вод, ядернофизическая, геофизическая аппаратура и др.

Во всех ранее опубликованных учебниках и учебных пособиях, а также монографиях не нашли отражения все перечисленные выше и другие новые направления проблемных исследований. Не нашли отражения сформировавшиеся новые разделы гидрологической науки. Подготовка кадров молодых специалистов в области гидрологии, таким образом, проводится во всех высших учебных заведениях нашей страны по старым учебникам, в которых не учитывается новое научное содержание и направление современной гидрологии. В новом учебнике «Общая гидрология» П. П. Климентова и Г. Я. Богданова (1977) не полностью изложены новые достижения отечественной гидрологии.

Назрела, таким образом, настоятельная необходимость внимательно рассмотреть и обсудить весьма важный вопрос — о научном содержании современной гидрологии, уточнить основные понятия и определения гидрологической науки и выяснить основные направления ее дальнейшего развития, в том числе и организационные формы развития науки.

В связи с этим целесообразно провести в нашей стране всестороннее и широкое обсуждение конкретных предложений по затронутой очень важной проблеме. Плодотворное обсуждение и обмен мнениями могут найти правильное решение поставленной на повестку дня проблемы о научном содержании современной гидрологии. Одновременно с этим целесообразно также обсудить и вопросы, связанные с методологией преподавания современной гидрологической науки в высших учебных заведениях страны, а также предложения по

подготовке новых учебников и учебных пособий, которые бы отражали современное состояние гидрогеологической науки. В настоящей брошюре изложены некоторые предложения авторов по затронутым проблемам, которые следует рассматривать как предмет для обсуждения, научной дискуссии и обмена мнениями. Авторы не ставили перед собой задачу всестороннего и в полном ее объеме рассмотрения данной проблемы. Авторы отчетливо представляют, что для рассмотрения проблемы в целом потребовалось бы участие большого коллектива ученых. Поэтому в настоящей работе изложены только отдельные, основные разделы общей проблемы, предложения, которые могут быть использованы для уточнения научного содержания современной гидрогеологии и выбора путей ее дальнейшего развития.

ГЛАВА I

ИЗ ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Весьма важным разделом общей рассматриваемой проблемы является история формирования и становления отечественной гидрогеологии. Без исторического аспекта нельзя правильно оценить современное состояние гидрогеологии и тем более наметить пути дальнейшего развития науки.

История науки — это драгоценный источник, позволяющий изучить механизм научного процесса и закономерности его развития. Это — одно из основных положений об историзме, которое позволяет отметить, что всякая наука, в том числе гидрогеология, есть прежде всего наука историческая.

В. И. Вернадский подчеркивал, что наука — как отрасль знаний — есть явление динамическое и находится, так же как и наши знания, в постоянном изменении и углублении. И далее — «История науки является орудием достижения нового, поэтому без анализа истории науки нельзя говорить о ее развитии» («Размышления натуралиста», 1977).

В различное время и на различных этапах развития наука, таким образом, может иметь различные, но преемственные содержание, форму и структуру и функциональные связи с другими науками. В этом отношении представляют большой интерес публикации профессора Московского государственного университета Д. И. Гордеева и, прежде всего, его монография «Основные этапы истории отечественной гидрогеологии» (1954).

Весьма важные сведения по истории формирования и развития отечественной гидрогеологии можно найти в изданных учебниках «Гидрогеология», «Общая гидрогеология» авторов Ф. П. Саваренского, А. М. Овчинникова, О. К. Ланге, а также в трудах Г. Н. Каменского, Н. И. Толстыхина, П. П. Климентова, Г. Я. Богданова и многих других.

«История науки имеет большое общественное значение», — отмечает Д. И. Гордеев. «Она учит лучше ориентироваться в современном состоянии науки, вскрывает перспективу движения вперед, позволяет понять самый процесс познания, идущий от незнания к знанию, от менее глубокого знания к более глубокому, от менее точного к более точному, от непознанного вчера к познанному сегодня». Наряду с этими очень

важными положениями история позволяет правильно оценить роль и значение отечественной гидрогеологии в становлении науки в других странах и ее отличительные особенности. Между тем некоторые наши ученые не пользуются приемом историзма в науке, не освещают эти вопросы даже в учебниках, чем нарушается одно из методологических положений. Д. И. Гордеев в своей монографии справедливо выделяет пять этапов в истории развития отечественной гидрогеологии (по уровню развития на 1950 г.).

На первых двух этапах — с XIX в. и до Великой Октябрьской социалистической революции — по существу была сформирована новая отрасль геологических знаний — отечественная гидрогеология. Усилиями большой группы русских ученых к концу XIX в. были разработаны основные направления новой науки.

Кстати, следует отметить, что впервые термин «гидрогеология» в зарубежной литературе был выдвинут французским ученым Жан Батистом Ламарком в его научной работе того же названия по естествознанию. Во второй половине XIX в. «гидрогеология» у французских ученых уже получила признание как наука о подземных водах.

Исследованиями Д. И. Гордеева было установлено, что зарождение отечественной гидрогеологии можно отнести к 80-м годам XIX в. Новая наука — гидрогеология — возникла в России под влиянием, с одной стороны, законов логики развития общей геологии, а с другой стороны, под влиянием запросов практики, и в первую очередь необходимости решения таких прикладных проблем, как водоснабжение городов и сельскохозяйственных объектов за счет пресных подземных вод, использования подземных вод для лечебных целей, обоснования проектов орошения (проблемы мелиоративной гидрогеологии) и др.

Одна из первых теоретических проблем в гидрогеологии в этот период возникла в оценке роли подземных вод в геологических процессах, а также формировании географической зональности. Выдающуюся роль в этот период формирования и становления новой науки сыграла деятельность таких крупных ученых, как С. Н. Никитина, И. В. Мушкетова, Н. А. Соколова, В. В. Докучаева, Н. Ф. Погребова, А. А. Тилло.

Главные особенности сформировавшейся в то время гидрогеологии состояли в том, что гидрогеология как наука зародилась в недрах собственно геологии, тесно с ней связана глубокими корнями, по содержанию гидрогеологии был придан комплексный характер. Эти фундаментальные положения имели решающее значение на всех этапах дальнейшего развития отечественной гидрогеологии. В организационном отношении в становлении гидрогеологической науки большая роль принадлежала Геологическому комитету, созданному в Рос-

ции в 1812 г. В состав экспедиций комитета входили и гидро-геологические партии, проводившие планомерное изучение гидрологических условий России.

Как показали исследования О. К. Ланге, в конце XIX в. в отечественной гидрологии четко сформировались основные теоретические и прикладные направления науки (табл. 1). Три основные направления четко определили научное и прикладное содержание отечественной гидрологии и ее глубокие геологические основы. Этим принципиально отличаются история, основы зарождения и становления отечественной гидрологии от научного содержания гидрологической науки многих зарубежных стран.

В дальнейшем на базе трех указанных выше направлений гидрология успешно развивалась, научно укреплялась, обогащалась новыми достижениями и идеями. На следующих этапах развития на их основе произошла по существу дифференциация науки на разделы в современном содержании. Это положение из истории науки является очень важным для выбора основных путей дальнейшего развития и оценки новых разделов гидрологической науки.

Любопытным является факт зарождения в недрах гидрологической науки гидрологического направления. Произошло это по времени намного раньше, чем оформление гидрологии в самостоятельную науку. Гидрология в то время входила как составная часть науки — метеорологии. К сожалению, в период двух первых этапов — с конца XIX в. и до Великой Октябрьской социалистической революции, т. е. в условиях капиталистического хозяйства царской России и частной собственности на воду — гидрология развивалась очень слабыми темпами и негармонично.

Великая Октябрьская социалистическая революция создала принципиально иные условия для развития науки, в том числе для гидрологической науки. Именно поэтому на всех последующих этапах после Октября гидрология бурно развивалась преимущественно под влиянием главной движущей силы науки — запросов социалистического народного хозяйства: требования практики в период восстановления, затем индустриализации народного хозяйства, в период восстановления народного хозяйства после победы в Великой Отечественной войне, а также пятилетних планов послевоенного развития производительных сил нашей страны.

В высших заведениях страны был введен курс лекций по общей гидрологии, и П. Н. Червинским в 1922 г. было создано первое учебное пособие.

Д. И. Гордеев справедливо подчеркивает, что требования, предъявляемые к гидрологической науке со стороны различных отраслей народного хозяйства, предопределили и организационные формы развития науки в эти этапы. В стране

Таблица 1

**Основные направления теоретических и прикладных исследований в гидрогеологической науке,
сформировавшихся в конце XIX и в начале XX вв. в России**

Наименование направления исследований	Целевое назначение	Развитие направлений	Основополагающая роль русских ученых в разработке основных направлений
Геологическое	изучающее: а) роль подземных вод как энергетического фактора в истории развития земной коры, в геологических процессах (процессах породообразования и рудообразования); б) подземные воды как полезное ископаемое, с оценкой их использования для целей водоснабжения и орошения, лечебных целей, а также извлечения содержащихся в воде полезных компонентов	под влиянием внутренней логики развития геологической науки, а также запросов практики	С. Н. Никитин, И. В. Мушкетов, Н. А. Соколов, Н. Ф. Погребов, А. А. Тилло, А. П. Герасимов и др.
Гидрологическое	изучающее: а) подземные воды как составную часть глобально-го круговорота влаги на Земле и составную часть общего водного баланса; б) связь подземных вод с поверхностными водами; в) роль грунтовых вод в формировании географической зональности регионов	под влиянием внутренней логики развития группы наук — геологии и климатологии, почвоведения, а также запросов практики в период многолетней засухи центральных и южных районов России	В. В. Докучаев, И. И. Лепехин, В. М. Севергин, П. В. Стоцкий, А. Ф. Лебедев, Е. А. Гейнц, Н. Ф. Погребов и др.
Прикладное	изучающее: а) гидрогеологические основы, методику и технические приемы разведки подземных вод и оценки их запасов; б) гидрогеологическое обоснование различных видов водохозяйственного строительства: осушения болот, орошения, гидротехнического и горного строительства и др.	главным образом под влиянием запросов практики, а также под влиянием достижения фундаментальных наук	Н. Е. Жуковский, К. Э. Лембке, А. А. Краснопольский, И. А. Тимс, А. В. Львов, А. П. Стопкевич, И. Ф. Синцов, Н. М. Победоносцев и др.

были созданы специальные гидрогеологические производственные и научные организации, прежде всего в системе Геологического комитета, а затем в Мингео СССР, в отраслевых и промышленных министерствах и в системах академий наук СССР и союзных республик. В стране были созданы крупные научно-исследовательские центры — институты ВСЕГИНГЕО, ВНИИВОДГЕО, ГИДРОИНГЕО, Лаборатория гидрогеологических проблем АН СССР и др.

В этот период развития отечественной гидрогеологической науки важным событием был Первый всесоюзный гидрогеологический съезд, который был проведен в Ленинграде в 1931 г. Съезд подвел итоги развития гидрогеологии в период восстановления народного хозяйства и индустриализации, определил очередные задачи, выдвигаемые практикой, и наметил основные направления гидрогеологических работ в стране на ближайшую перспективу.

Развитие гидрогеологии на последующих этапах (1918—1950 гг.) определило строгую дифференциацию науки, в результате которой были сформированы основные ее разделы как в области теории, так и в области прикладной части. Укрепились в этот период функциональные связи гидрогеологии с другими науками.

Дифференциация гидрогеологии на указанном этапе — характерная особенность в ее истории, которую можно рассматривать как активную форму преемственности и дальнейшего развития науки на новом качественном уровне.

Наиболее фундаментальное обобщение богатейших материалов по гидрогеологии, а также попытка всесторонне охарактеризовать контуры новой, молодой науки и создание крупного отечественного учебника по гидрогеологии принадлежат крупному ученому Ф. П. Саваренскому — первому академику АН СССР в области гидрогеологии. Большое влияние на создание учебников в области гидрогеологии впоследствии оказали О. К. Ланге, А. М. Овчинников, А. Н. Семихатов, Г. В. Богомолов и многие другие.

К 1950 г. в гидрогеологической науке были созданы основные ее разделы, приведенные в табл. 2. Однако не все они к этому периоду окончательно сформировались, но в них четко определилась направленность исследований либо применительно к требованиям внутренней логики дальнейшего развития науки, либо под влиянием запросов практики. На следующем этапе развития отдельные направления оформились в виде разделов науки. В конце сороковых годов начали зарождаться такие разделы, как палеогидрогеология, криогидрогеология (изучение подземных вод мерзлой зоны литосфера).

Гидрогеология в этот период своего развития имеет еще одну особенность — в науку стали широко внедряться коли-

Таблица 2

Основные разделы и направления исследований гидрогеологической науки в период ее развития 1918—1950 гг.

Разделы или направления в гидрогеологии	Основополагающая роль ученых
I. Теоретические разделы и направления	
1. Общая гидрогеология	Ф. П. Саваренский, О. К. Ланге, А. Н. Семихатов, А. М. Овчинников, Г. В. Богомолов и др.
2. Региональная гидрогеология	О. К. Ланге, В. А. Жуков, Н. Н. Славянов, П. И. Бутов, В. С. Ильин, Н. И. Толстихин, Н. Ф. Погребов, А. Н. Семихатов, Б. Л. Личков, И. К. Зайцев, Н. К. Игнатович и др.
3. Динамика подземных вод	Н. Е. Жуковский, Н. Н. Павловский, Л. С. Лейбензон, П. Я. Полубаринова-Кочина, Г. Н. Каменский, Н. К. Гиринский, А. И. Силин-Бекчурин, Е. М. Альтовский, В. Н. Щелкачев и др.
4. Гидрохимия	В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман, А. Н. Бунеев, О. А. Алексин, К. И. Маков, В. А. Сулин, А. М. Овчинников, А. Я. Бродский и др.
5. Учение о минеральных подземных водах	А. И. Герасимов, А. Н. Огильви, Н. Н. Славянов, Н. И. Толстихин, И. К. Зайцев, А. М. Овчинников, Ф. А. Макаренко и др.
6. Учение о режиме и балансе подземных вод	Г. Н. Каменский, М. Е. Альтовский, Н. Н. Биндерман, А. В. Лебедев.
7. Гидрогеология зоны многолетнемерзлых пород (геокриолитозоны)	М. И. Сумгин, Н. И. Толстихин, А. В. Львов, П. Ф. Швецов и др.
II. Гидрологическое направление	
1. Учение о подземном стоке	Ф. А. Макаренко, А. И. Силин-Бекчурин, К. И. Маков, З. А. Макеев, Б. И. Куделин и др.
2. Учение о географической зональности грунтовых вод	В. В. Докучаев, В. С. Ильин, А. Н. Семихатов, О. К. Ланге и др.
III. Прикладные разделы или направления	
1. Разведка подземных вод	Г. Н. Каменский, М. Е. Альтовский, Н. Н. Биндерман, Н. А. Плотников, Г. В. Богомолов и др.
2. Мелиоративная гидрогеология	Ф. П. Саваренский, М. А. Шмидт, М. М. Крылов, О. К. Ланге, А. Г. Владимиров, Н. А. Кенесарин, А. Ф. Сляднев и др.
3. Рудничная гидрогеология	С. В. Троянский, Д. И. Щеглев, С. П. Прохоров, М. В. Сыроватко, П. И. Климентов и др.
4. Гидрогеология нефтяных месторождений	А. В. Бунеев, М. А. Гатальский, В. А. Кротова, Г. М. Сухарев и др.
5. Инженерная гидрогеология	Н. Н. Павловский, Г. Н. Каменский, В. И. Аравин, С. Н. Нумеров, Е. А. Замарин

чественные методы оценки гидрогеологических процессов. В этом отношении значительное влияние на внедрение количественных методов в гидрогеологию оказали научные труды Н. Е. Жуковского, Н. Н. Павловского, Г. Н. Каменского, П. Н. Полубариновой-Кочиной и др.

В этот период развития науки было более четко сформировано определение и дано понятие гидрогеологической науки. Так, Ф. П. Саваренский в своем учебнике «Общая гидрология» представил следующие определения гидрогеологии как науки: «Гидрогеология имеет предметом изучения подземные воды, их происхождение, условия залегания, движение, свойства и условия, определяющие те или иные технические мероприятия по использованию подземных вод, регулированию их или удалению». Далее автор подчеркивал, что «гидрогеология тесно связана с различными отраслями народного хозяйства: водоснабжением, мелиорацией, гидротехническим строительством и пр., которые определяют направление данной научной дисциплины и дают материал для ее развития». Это очень важное положение лишний раз подтверждает, что запросы практики являются главной движущей силой развития гидрогеологической науки. К сожалению, в приведенном выше определении Ф. П. Саваренского не были подчеркнуты геологические основы науки.

Несколько позже А. М. Овчинников в учебнике «Общая гидрогеология» привел следующие определения науки: «Гидрогеология — наука о происхождении, движении, развитии и распространении подземных вод в земной коре». И далее: «Гидрогеология — отрасль геологии, и подземные воды в ней рассматриваются на основе анализа исторического процесса развития земной коры в тесной взаимосвязи с горными породами». Это очень важное положение, приведенное в определениях, к сожалению, не получило своего дальнейшего развития в теоретических исследованиях А. М. Овчинникова.

Определение гидрогеологической науки приводится и в учебнике О. К. Ланге: «...гидрогеология, или учение о подземных водах, представляет собой сложную науку, которая развивается в следующих основных направлениях в тесном контакте с сопредельными научными дисциплинами — геологией, геомеханикой, геохимией и др.: а) вода как природное тело, ее состав, физические и химические свойства; б) происхождение подземных вод и взаимодействие с горными породами; в) условия залегания воды в толщах земной коры, источники питания подземных вод; г) закономерности движения (динамики) подземных вод; д) классификация подземных вод; е) региональное распределение и ж) методика гидрогеологических исследований». Гидрогеология имеет свои геологические основы и тесным образом связана с практикой, подчеркивал О. К. Ланге в своем учебнике.

Весьма интересные положения приведены А. Н. Семихатовым в его определении гидрогеологии. В своем учебнике он пишет, что гидрогеология — это «наука о подземных водах и о процессах взаимодействия подземной воды — литосферы — атмосферы — биосфера и человека».

В этом определении впервые подчеркивается роль процессов взаимодействия отдельных сфер земли в условиях формирования подземных вод.

Г. В. Богомолов в своем учебнике «Гидрогеология с основами инженерной геологии» (1966) приводит следующее определение гидрогеологии как науки: «Гидрогеология — наука геологического профиля. Она изучает подземные воды, находящиеся в земной коре в жидкой, твердой и газообразной фазах, их происхождение, состав и свойства, залегание, распространение и взаимодействие с горными породами». В учебнике Г. В. Богомолова приводится очень важное положение о том, что гидрогеологическая наука изучает подземные воды различного фазового состояния. В других учебниках, а также в опубликованных справочных руководствах приводятся примерно аналогичные определения гидрогеологической науки.

Таким образом, период развития гидрогеологии на отмеченном выше этапе характеризуется следующими очень важными особенностями: а) дальнейшей более дробной дифференциацией науки на самостоятельные разделы и направления; б) широким внедрением в теорию и практику количественных методов оценки гидрогеологических процессов; в) выходом в свет первых учебников по общей гидрогеологии и г) первыми наиболее четкими формулировками, определяющими содержание гидрогеологии как науки.

Необходимо подчеркнуть, что хотя и произошла дифференциация гидрогеологической науки, однако четко сохранились главные ее направления, которые зародились на первом этапе становления науки (см. табл. 1), т. е. четко сохранилась преемственность в развитии науки. Это очень важное положение обеспечило дальнейшее становление отдельных разделов гидрогеологии.

Приведенные выше, а также другие понятия и определения гидрогеологической науки, опубликованные в учебниках, словарях и справочных руководствах, позволяют подчеркнуть следующее важное обстоятельство. Понятие гидрогеологии как науки, несмотря на некоторое кажущееся различие общих формулировок, сложилось в нашей стране, по существу, под влиянием следующих основных факторов: а) требований практики в части использования ресурсов, главным образом пресных подземных вод для нужд народного хозяйства; б) благодаря признанию того, что подземные воды земной коры есть функция проявления внешних процессов и их фор-

мирование следует рассматривать, главным образом, как результат взаимодействия литосферы и атмосферы.

Как следует из истории развития народного хозяйства, требования практики к гидрографии в первый период предъявлялись преимущественно в части использования ресурсов пресных подземных вод для хозяйствственно-питьевого водоснабжения и в меньшей степени лечебных подземных вод для курортологии. Глубокие горизонты подземных вод по существу не изучались.

Таким образом, практика, как главная движущая сила науки, по существу оказывала свое влияние на основное направление и содержание гидрографии. Этим в основном и определялось понятие гидрографической науки. Кстати заметим, что во всех опубликованных учебниках и монографиях не рассматривается гидрография дна мирового океана и его связь с сушей. Если оценивать строго, то по существу в учебниках изложена, если можно так выразиться, «гидрография суши».

Заметим также, что ни в одном из приведенных выше определений основного понятия не было подчеркнуто, что гидрография изучает и рассматривает подземные воды как функцию внутреннего развития Земли. В некоторых монографиях и учебниках вскользь говорилось о необходимости изучения подземных вод в аспекте развития нашей планеты, т. е. в историческом плане. Наиболее интенсивное развитие отечественная гидрография получила в эпоху современной научно-технической революции. В этом ведущую роль сыграли достижения точных фундаментальных наук — математики, физики, химии. Оказали свое влияние на развитие гидрографии достижения в области геологии, геофизики и др.

Повысились требования народного хозяйства к гидрографической науке, в связи с чем возникла необходимость детально изучать глубокие водоносные горизонты земной коры, в том числе термальные подземные воды как энергетические ресурсы, а также ресурсы промышленных подземных вод как сырьевую базу для химической и редкометальной промышленности. В связи с освоением глубокозалегающих нефтяных и газовых месторождений более детально изучаются глубокие водоносные горизонты.

В гидрографию стали широко внедряться методы математической физики и новые технические средства, и прежде всего современные аналоговые и цифровые электронные машины, позволяющие качественно по-новому решать большой комплекс гидрографических задач в самых сложных природных условиях. Была получена очень богатая и весьма разнообразная геологическая, геофизическая информация, имеющая существенное значение для гидрографии. Именно в этот период развития науки в гидрографии сформировались

новые очень важные разделы. Прежде всего целесообразно отметить формирование такого направления, как планетарная гидрография, в которой впервые в отечественной гидрографии излагаются представления о том, что подземные воды следует рассматривать как функцию внутреннего развития Земли.

В становлении этого направления большое значение имеют научные труды большой группы ученых — Б. Л. Личкова, Д. Ф. Дергольца, А. Е. Ходькова, Г. Ю. Валуконаса, Е. С. Гавриленко, Ф. А. Макаренко, С. М. Григорьева, Е. А. Баскова, А. А. Карцева, А. Н. Павлова и др. Значительное влияние на формирование планетарной гидрографии оказали труды академика А. П. Виноградова.

Качественно по-новому развивается такое фундаментальное направление современной гидрографии, как динамика подземных вод. Большой вклад в это развитие внесли научные труды В. Н. Щелкачева, Н. Н. Веригина, Ф. М. Бочевера, И. А. Чарного, В. М. Шестакова и многих других.

Получило более четкое оформление как самостоятельное направление в отечественной гидрографии учение о подземных водах мерзлой зоны, или, как некоторые ученые называют, криогидрография, родоначальником которого был иркутский профессор А. В. Львов. В становлении и дальнейшем развитии этого направления большую роль сыграли такие известные ученые, как П. Ф. Швецов, В. А. Кудрявцев, Н. И. Толстихин, М. И. Сумгин, Н. А. Маринов, А. И. Колабин, В. М. Пономарев, А. И. Ефимов, Н. А. Вельмина, Н. Н. Романовский, Н. В. Губкин, Е. В. Пиннекер и др.

Под влиянием запросов практики получили дальнейшее развитие методика и теория поисково-разведочных гидрографических работ с целью изучения ресурсов пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод (работы Н. А. Плотникова, Н. Н. Биндемана, Н. И. Плотникова, Ф. М. Бочевера, Л. С. Язвина, Г. С. Бартаньяна и др.).

Гидротермия — новое, но вполне сформировавшееся направление в современной гидрографии, изучающее условия и процессы формирования в земной коре термальных подземных вод, их ресурсы и использование в народном хозяйстве. Это направление сформировалось в нашей стране благодаря активной деятельности группы ученых — Ф. А. Макаренко, Б. Ф. Маврицкого, Н. М. Фролова, В. С. Жеваго, А. Е. Бабинца, Б. А. Бедера, В. В. Аверьева, В. И. Кононова, Б. И. Пиип и др.

В последний этап развития современной гидрографии зародилось еще одно очень важное направление — гидро-геофизика. Это направление предусматривает проведение большого комплекса новых геофизических методов исследований применительно к решению гидрографических задач.

Внедрение в практику большого комплекса наземных и каротажных геофизических исследований позволило значительно повысить эффективность съемочных, поисково-разведочных и опытно-фильтрационных гидрогеологических работ. Большая роль в разработке геофизического направления принадлежит группе ученых — Н. А. Огильви, А. А. Огильви, А. Д. Судоплатову, О. М. Мясковскому, К. М. Мельконовицкому, В. С. Матвееву, Н. Н. Шарапанову, И. М. Гершановичу, Г. Я. Черняку и др.

Некоторое время тому назад группой ученых Узбекистана — Г. А. Мавляновым, А. Н. Султанходжаевым, М. В. Уломовым и др.— при участии Н. И. Хитарова было зарегистрировано в Государственном Комитете СССР по изобретениям и открытиям новое открытие в гидрогеологии: обнаруженные на Ташкентском сейсмологическом полигоне индикаторные гидрогеохимические свойства подземных вод глубоких структурных горизонтов можно использовать в качестве предвестника тектонических землетрясений. Последующими наблюдениями, проведенными в Ашхабаде и на Северном Кавказе, это открытие получило свое подтверждение. В связи с этим в настоящее время на всех сейсмологических полиграонах нашей страны в этом направлении проводятся специальные гидрогеологические исследования. Таким образом, новое открытие послужило зарождением нового направления в гидрогеологии — гидрогеосейсмологии.

После долгого перерыва в публикации учебников издательством «Недра» в 1977 г. был опубликован новый учебник «Общая гидрогеология» П. П. Климентьева и Г. Я. Богданова. В этом учебнике авторами использованы те достижения, с которыми пришла отечественная гидрогеология в современную эпоху научно-технической революции. Поэтому представляет интерес и уточненная формулировка определения гидрогеологической науки. Авторы нового учебника определили гидрогеологию следующим образом: «Гидрогеология — наука о происхождении, условиях залегания, закономерностях распространения и движения подземных вод в земной коре, их физических свойствах, химическом, бактериальном и газовом составе, а также об их режиме в процессах взаимодействия с атмосферой, наземной гидросферой, биосферой, горными породами и веществом мантии Земли».

Она изучает условия образования месторождений подземных вод, их роль в геологических процессах и формировании месторождений полезных ископаемых (рудных, нефтяных, газовых); разрабатывает методы поисков и разведки месторождений подземных вод различных типов, оценки их ресурсов, восполнение запасов, управление режимом и решает разнообразные задачи по инженерному обеспечению строительства мелиоративного освоения земельных территорий и отработки

месторождений полезных ископаемых». «Таким образом,— пишут авторы учебника,— гидрогеология, изучающая подземные воды, как своеобразное природное вещество Земли и как наиболее важное полезное ископаемое, является одной из основных отраслей геологии и относится к циклу естественно-исторических наук». Далее, рассматривая пути дальнейшего развития гидрогеологической науки и основные проблемные исследования на перспективу, П. П. Климентов и Г. Я. Богданов отмечают в учебнике: «Происхождение воды на Земле и формирование подземной гидросферы — это одна из важнейших теоретических проблем гидрогеологии. Происхождение воды на Земле тесно связано с происхождением Земли как планеты... Основное внимание должно быть обращено на изучение истории развития системы Земля — гидросфера — атмосфера — биосфера». Таким образом, впервые получило признание очень важное положение современной гидрогеологии — рассматривать подземные воды как функцию внутреннего развития Земли. К сожалению, это положение не нашло отражения в содержании материалов самого учебника.

ГЛАВА II

ОБ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЯХ И ОПРЕДЕЛЕНИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Как отмечалось выше, в нашей периодической печати за последние годы было опубликовано несколько работ, посвященных современным проблемам гидрогеологии, основным ее понятиям и определениям. В эпоху научно-технической революции гидрогеология действительно очень быстро стала развиваться, обогатилась новой очень важной информацией, новыми техническими средствами и новыми идеями. В ней продолжался процесс дифференциации и углубления на качественно новых основах связи с фундаментальными науками и современными разделами геологических наук о Земле. В связи с этим, как было подчеркнуто во введении, назрела необходимость рассмотреть очень важный вопрос о научном содержании современной гидрогеологии, подготовить ряд предложений по этому направлению для обсуждения гидрогеологической общественностью.

Выполнить такую задачу очень сложно, и авторы не претендуют на безупречное ее рассмотрение. При этом необходимо подчеркнуть следующее. Из общей теории науковедения четко вытекает несколько основных положений:

а) науку следует рассматривать как исторически сложившуюся и непрерывно развивающуюся на основе общественной практики систему знаний о природе, обществе, об объективных законах их развития; б) определение содержания науки есть отражение степени ее развития; в) определение основных понятий в науке — дело эволюционное; оно периодически должно уточняться в зависимости от уровня ее развития. Эти общие положения целиком относятся и к гидрогеологической науке. Правомерность постановки вопроса на современном этапе ее развития, таким образом, не вызывает сомнений.

Рассмотрим краткий обзор опубликованных в этом направлении научных работ.

ОБЗОР ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Большой интерес в историческом аспекте рассматриваемой проблемы представляют научные труды, опубликованные в период с 1950 по 1970 г. Н. Н. Славяновым, А. М. Овчинни-

ковым, Г. Н. Каменским, В. А. Приклонским, О. К. Ланге, В. М. Шестаковым, Л. С. Болашевым, И. В. Гармоновым и др. Весьма интересная информация изложена Н. Н. Славяновым в его работе «Состояние гидрогеологической науки и пути ее развития» (1953), в которой изложены предложения по дальнейшим проблемным исследованиям в связи с запросами теории и практики. Важные научные положения гидрогеологической науки можно найти в работе А. М. Овчинникова (1958). По мнению автора опубликованной статьи, проблема формирования подземных вод — одна из сложнейших проблем современной гидрогеологии, «ибо она связана с решением наиболее актуальных проблем развития земной коры, происхождения жизни на Земле, вопросов геотектоники и вулканизма, образования рудных и нерудных ископаемых и имеет большое практическое значение».

Успешное решение этой проблемы, по мнению А. М. Овчинникова, может быть осуществлено, если исходить из представления «о существовании сплошной подземной гидросфера, тесно связанной с наземной и развивающейся вместе с развитием земной коры». Мы считаем, что это одно из фундаментальных положений, о котором настоятельно подчеркивал в своей последней работе академик Ф. П. Саваренский, должно найти достойное место и в современной гидрогеологии.

Впервые в отечественной гидрогеологии высказана идея о существовании в земной коре сплошной «подземной гидросферы». Это положение получило свое подтверждение данными глубокого бурения.

Выдвигая проблему формирования подземных вод, Ф. П. Саваренский подчеркивал, что горная порода является до некоторой степени трехфазной системой: твердое вещество, раствор и газы. Для понимания процессов формирования подземных вод в различных гидродинамических условиях в вертикальном разрезе земной коры, по мнению Ф. П. Саваренского, следует выделить три зоны: 1) зону магматическую, в которой вода находится в растворенном состоянии в магме (очевидно, в диссоцииированном состоянии); 2) зону пневматогенную, в которой происходит выделение летучих компонентов — газов и паров воды; 3) зону жидких подземных вод, верхняя граница которой соприкасается непосредственно с атмосферой.

По существу своего содержания это предложение Ф. П. Саваренского можно рассматривать как первую попытку составить модель так называемой подземной гидросферы Земли.

Не меньший интерес для прикладных разделов современной гидрогеологии представляет предложенное А. М. Овчинниковым понятие о месторождениях подземных вод. В упомя-

нутой выше работе он подчеркивает: «Подземные воды образуют в земной коре сложные динамические месторождения, которые должны изучаться комплексно на основе анализа всех элементов жизни подземных вод: литологии и тектоники коллекторов, в которых они залегают, состава вод». Таким образом, согласно взглядам А. М. Овчинникова, историко-гидрогеологическое направление исследований с использованием всех новейших методов изучения является единственно правильным путем дальнейшего развития гидрогеологии. С этим очень важным научным положением следует согласиться. Никаких рекомендаций по уточнению основных понятий и определений в современной гидрогеологии А. М. Овчинников в своих публикациях не приводит.

Г. Н. Каменским и В. А. Приклонским в совместной статье «Современные проблемы гидрогеологии» (1957) изложены очень ценные рекомендации по проблемным исследованиям в гидрогеологической науке. Авторы подчеркнули прежде всего то, что подземные воды являются одним из самых мощных геологических факторов в истории формирования Земли. Современная гидрогеология должна вести свои исследования именно в этом направлении, имеющем большое теоретическое и практическое значение.

Наиболее общие теоретические вопросы гидрогеологии в проблеме формирования подземных вод необходимо рассматривать в самом широком ее смысле. Исследования в этом направлении, по идее авторов, должны базироваться на трех основных положениях: а) на базе наблюдений и анализа современных процессов; б) на изучении и анализе палеогидрогеологических условий и в) на базе лабораторно-экспериментальных исследований. Большое значение авторы придавали всестороннему изучению процессов взаимодействия подземных вод и горных пород.

Г. Н. Каменский и В. А. Приклонский подчеркнули большое теоретическое и практическое значение проблемы изучения термальных вод на территории СССР, а также общей проблемы, имеющей самостоятельное значение,— изучение динамики, режима и баланса подземных вод, в том числе совершенствование методов оценки ресурсов подземных вод.

О. К. Ланге были опубликованы три работы (1950, 1962, 1963). Рассматривая ведущие вопросы науки, автор подчеркнул, что «гидрогеология — есть учение о взаимоотношении подземных вод и горных пород, или подробнее, учение о происхождении, составе, динамике, режиме, балансе, распределении подземных вод в земной коре и о взаимоотношениях земной коры с этой водой в геолого-историческом разрезе». По мнению автора, этим гидрогеология принципиально отличается от гидрологии и, таким образом, располагает всеми данными, определяющими ее самостоятельное место в кругу ес-

тественно-исторических наук. Дальнейшее обогащение науки, утверждал О. К. Ланге, должно базироваться на результатах фундаментальных лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры и приборов. Таким образом, О. К. Ланге в своих публикациях выдвигал два очень важных научных положения: 1) формирование подземных вод тесным образом связано с историей развития земной коры, и 2) необходимость усиления фундаментальных лабораторных исследований, без которых нельзя развивать теорию современной гидрогеологии. Что же касается дальнейших направлений проблемных исследований, уточнения научных границ гидрогеологической науки и др., О. К. Ланге высказал совершенно четкие суждения о необходимости систематического проведения научных конференций для глубокого обобщения научного поиска и обмена мнениями в этом направлении.

Состояние и пути разработки теоретических проблем гидрогеологии были кратко рассмотрены в статье Л. С. Балашова и И. В. Гарманова (1965). В области изучения ресурсов подземных вод, их охраны и искусственного восполнения первоочередными задачами теоретических исследований, по мнению авторов статьи, являются разработка новых методов оценки ресурсов и создание теоретических основ охраны и рационального их использования. Авторы справедливо указывают на необходимость постановки в нашей стране специальных исследований в области изучения геотермального режима глубоких горизонтов недр земной коры, идея которых была еще ранее высказана В. И. Вернадским и Г. Н. Каменским.

Проблемы современной гидрогеологии довольно обширны, отмечают авторы, однако из них можно выделить основные: 1) состояние, свойства и состав подземных вод глубоких структурных горизонтов земной коры; 2) геологическая роль подземных вод в формировании земной коры и рудных месторождений; 3) круговорот воды в природе и его роль в массо-теплообмене.

Таким образом, была выдвинута идея изучения подземных вод глубоких структурных горизонтов в связи с проблемой использования природного тепла земной коры, а также выяснения роли подземных вод в формировании земной коры. В этих идеях изложены предложения по проблемным исследованиям в гидрогеологии.

Рассматривая в своей работе основные этапы развития советской школы динамики подземных вод и задачи дальнейших исследований, В. М. Шестаков (1969) отметил следующее очень важное положение: 1) для современного периода гидрогеологических исследований непременным условием дальнейшего развития динамики подземных вод является широкое использование методов математического моделирования на сплошных и сеточных моделях. Эти методы позволяют вы-

полнить гидрогеологические расчеты с более полным учетом природных условий объекта и всех действующих на него факторов. Желательно в связи с этим направлением расширить в нашей стране сеть специализированных лабораторий; 2) не менее важной проблемой современной гидрогеологии является физико-химическое обоснование процессов фильтрации подземных вод в глинистых породах. Этот фактор может иметь большое значение при оценке условий взаимодействия водоносных комплексов через разделяющие глинистые слои в региональном плане; 3) в развитии современной теоретической гидрогеологии важная роль должна принадлежать постановке в нашей стране в широком масштабе комплекса натурных и лабораторных исследований на опытных полигонах в области изучения фильтрации и миграции подземных вод в различных природных условиях.

Научные публикации после 1970 г. по существу отражали наиболее интенсивное влияние современной научно-технической революции на успехи гидрогеологии и ее дальнейшее развитие.

Во втором номере «Известий АН СССР» за 1973 г. была опубликована коллективная статья П. Ф. Швецова, А. А. Коноплянцева и В. М. Швеца «Современное содержание, основные направления и организационные формы развития гидрогеологии». Авторы статьи правильно отмечают, что «назрела необходимость обсудить прежде всего представление о современном содержании гидрогеологии на широком и хорошо подготовленном форуме гидрогеологов». Определить научное содержание современной гидрогеологии очень трудно, отмечают авторы указанной выше статьи, потому что «гидрогеология находится и развивается на стыке нескольких обширных областей знания — геологии, физики, геохимии и географии (с гидрологией и почвоведением)».

Несмотря на эти трудности, П. Ф. Швецов и другие авторы предложили ряд научных положений, которые по их замыслу отражают научное содержание современной гидрогеологии. Вот эти научные положения, понятия и определения: «Объект гидрогеологии — специфические материальные системы, происходящие в них процессы, в частности взаимные (относительные) перемещения составляющих гетерогенных и трехфазных систем, и связанные с этими процессами явления. В самом общем виде эти системы представляются открытыми термодинамическими системами, обменивающимися с окружающей средой веществом и энергией». Для правильного понимания научного содержания современной гидрогеологии необходимо уточнить два очень важных понятия, подчеркивают авторы статьи, а именно: 1) «Водообмен — необратимый физико-геологический процесс переноса воды (водных растворов) в разных средах (слоях, массивах, толщах гор-

ных пород) с неодинаковым полем давления (напора), влажности (концентрации), температуры и электрического потенциала». 2) Водообменная система — «это совокупность слоев, свит и массивов горных пород, почвы, водоемов и водотоков, свойственная определенной геоструктурной форме и литолого-петрографической формации литосферы». Из этих двух важнейших понятий вытекает, по мнению авторов статьи, определение современной гидрогеологии. «Гидрогеология — наука об истории формирования и последующих изменениях водообменных систем, особенностях их состава, строения и сложения, о формах и закономерностях относительного движения воды и вмещающих ее твердых частей горных пород, режиме, балансе и ресурсах воды (водных растворов) в водоносных слоях, массивах и жилах; особое внимание гидрогеология уделяет последующим изменениям, вызванным производственной и коммунально-хозяйственной деятельностью людей, т. е. техногенными причинами».

Пространственные границы гидрогеологических объектов, по мнению П. Ф. Швецова и др., можно провести следующим образом: а) нижняя граница, видимо, совпадает с подошвой земной коры; б) верхняя — подошва корнеобитаемого слоя (ниже почвенного слоя). В свете новых основных понятий и определений в современной гидрогеологической науке, по мнению авторов статьи, генеральное направление обобщающих теоретических проблемных исследований может быть сформулировано следующим образом: исследовать «Процессы и условия водообмена литосферы с почвой и водоемами, механическое и физико-химическое взаимодействие внутри земных водных растворов с водопроводящими, вмещающими горными породами, изменение состава и концентрации, балансы и ресурсы их в различных геоструктурных физико-географических и гидрогеографических обстановках». Для успешного и планомерного проведения фундаментальных гидрогеологических исследований в нашей стране, по предложению авторов статьи, необходимо организовать в системе АН СССР институт гидрогеологических проблем. Приведенные выше основные понятия и определения о современной гидрогеологической науке, изложенные П. Ф. Швецовым, А. А. Коноплянцевым и В. М. Швецем, представляют большой интерес. Авторы совершенно справедливо отмечают, что объектом гидрогеологии являются не только подземные воды, а и более сложные материальные системы, основные компоненты которых постоянно находятся во взаимодействии, формируя в недрах земли динамическое равновесие. Взаимодействие приводит к непрерывному действию процессов обмена веществ и энергии. По своей сути это гетерогенные четырехфазные системы — «горные породы — подземные воды — газы — органические вещества». С точки зрения фундаментальных основ современ-

ного естествознания, взаимодействие в материальной системе является главной движущей силой ее развития.

Признавая, что физико-геологические и тепло-физические процессы массо- и теплопереноса, как внутри гетерогенной системы, так и с окружающими сферами Земли, являются необратимыми, авторы коллективной статьи не совсем удачно применяют для этих процессов термин «водообмен». В данном случае сам термин не отражает самого содержания необратимого процесса массы и теплопереноса.

Что же касается другого основного понятия — уточненного определения современной гидрогеологии как науки, то следует признать его в принципе справедливым, хотя и не совсем четким. Следует только отметить, что уточненное определение не полностью отражает научное содержание современной гидрогеологии. Так, в нем не учитываются глубинные процессы массо- и теплопереноса, происходящие на нижней границе гидрогеологических объектов — в зоне взаимодействия земной коры с весьма активным веществом — верхней мантией; роль глобальных процессов дегазации мантии в формировании природных вод и др.

Статья С. И. Смирнова (1976) посвящена одному из актуальных вопросов — изучению эволюции подземной гидросфера. Это — одно из основных научных положений современной гидрогеологии.

По мнению автора, изучение эволюции подземной гидросфера должно осуществляться в двух взаимно дополняющих направлениях: кинетическом и палеогидрогеологическом. В кинетическом направлении необходимо познавать механизм внутренних процессов в подземной гидросфере, а второе направление должно исследовать реконструкцию граничных условий этих процессов и их влияние на формирование внутренних процессов. Рассматривая содержание исследований по палеогидрогеологическому направлению, автор справедливо отмечает, что история подземных вод какого-либо региона тесным образом связана с геологической историей водовмещающей структуры. В этой мысли заложено одно из основных положений современной гидрогеологии — процессы формирования различных типов подземных вод являются функцией внутреннего развития нашей планеты. Применяя в своих исследованиях термин «подземная гидросфера», автор, к сожалению, не дает определения, что следует понимать под этим термином.

Представляют интерес некоторые научные положения, высказанные Ж. С. Сыдыковым (1974) в его опубликованной работе «Место гидрогеологии среди естественных наук, ее предмет и методы исследования». Автор справедливо подчеркивает, что содержание гидрогеологической науки, как и естествознания вообще, постоянно изменяется в зависимости от степени ее развития, от совершенствования методов и

средств познания процессов, а также от потребности общества. И далее: «Содержание предмета современной гидрогеологии устанавливается из ее определения, как науки о происхождении, движении, структуре, физико-химических свойствах, развитии и распространении подземных вод в земной коре. Но объектом ее изучения должна быть не только земная кора, а вся подземная гидросфера в целом». Ж. С. Сыдыков очень удачно подчеркивает, что задача ученых состоит в том, чтобы вовремя заметить назревающие перемены в предмете гидрогеологии и ее научном содержании, понять их сущность, правильно оценить современное ее состояние и наметить пути дальнейшего развития.

На основании этих положений автор приходит к выводу, что объектом современной гидрогеологии является «подземная гидросфера» — сложное динамическое тело, сформировавшееся в целом в процессе весьма длительного взаимодействия с горными породами и постоянно изменяющееся во времени — пространство под воздействием комплекса физических, термодинамических, химических, геологических и биологических процессов и факторов». Как видим, автор изложил свою точку зрения касающуюся понятия «подземная гидросфера». В принципе с такими выводами Ж. С. Сыдыкова можно согласиться. Из этих научных положений вытекает и влияние процессов глобальной дегазации мантии на формирование природных вод, о чем автор, к сожалению, не подчеркнул в своей опубликованной статье.

П. А. Киселев и М. П. Толстой (1976) в своей статье правильно подчеркивают, что для определения гидрогеологии как науки целесообразно выделить прежде всего основную часть науки, т. е. ее сущность. По мнению авторов, сущность гидрогеологии — изучение подземных вод. Под подземными водами, находящимися в земной коре, авторы понимают воды гравитационные, воды связанные (физически и химически), воды в твердом состоянии и флюиды. Исходя из этого, гидрогеология, по мнению П. А. Киселева и М. П. Толстого, есть наука о подземных водах земной коры и мантии, об их распределении, истории развития, составе и динамике. Это краткое определение науки, по мнению авторов, отражает основную сущность современной гидрогеологии. Авторы статьи справедливо отмечают, что природные воды нашей планеты формируются в процессе геологической истории Земли, определяемые совокупностью эндогенных и экзогенных процессов. Следовательно, гидрогеология есть наука естественно-историческая.

Большой интерес к современным проблемам гидрогеологии проявил Н. А. Маринов в своих публикациях. Так, в одной из научных статей (1975) автор подчеркивает, что одной из важнейших проблем гидрогеологии является «изучение условий формирования подземной гидросферы». Вместе с этим,

Н. А. Маринов сообщает, что по данным института ВНИИМОРГЕО существует связь подземных вод суши и океана. Предполагается, что под дном Балтийского моря можно ожидать распространение пресных подземных вод. По мнению автора статьи, основные в гидрогеологии теоретические и прикладные проблемы успешно можно решить в нашей стране, если в научных исследованиях привлечь новейшие достижения фундаментальных наук, а также наук о Земле.

Очень интересные соображения в части уточнения основных понятий и их определения в современной гидрогеологии приводит в своих работах Е. В. Пиннекер, особенно в монографии «Проблемы региональной гидрогеологии» (1977). Рассматривая основные теоретические разделы региональной гидрогеологии, автор отмечает следующее: «Подземные воды представляют часть гидросферы Земли. К собственно подземным водам относятся только свободная гравитационная, т. е. в капельно-жидком состоянии вода, заполняющая поры и пустоты горных пород и способная к перемещению в них. В более широком смысле воды недр Земли именуют подземной гидросферой». Далее, поясняя термин, автор пишет: «Подземная гидросфера охватывает всю воду, встречаемую в горных породах: во-первых, связанную с породами физически (гигроскопическую, пленочную и капиллярную); наконец, находящуюся в виде пара и льда».

Обобщая свои представления о теоретических проблемах региональной гидрогеологии и об условиях формирования подземных вод, Е. В. Пиннекер отмечает следующее: «Сейчас гидрогеология не может удовлетворяться только изучением подземных вод. Предмет ее исследований и содержание гораздо шире. Из науки о подземных водах она постепенно превращается в науку о подземной гидросфере». И далее: «История подземной гидросферы, ее ресурсы и состав, происходящие в ней процессы и ее взаимодействие с окружающей средой — так, вероятно, следует в будущем сформулировать основное содержание гидрогеологии». Рассматривая в предварительном виде закономерности развития подземной гидросферы, Е. В. Пиннекер отмечает следующие основные положения: 1. Природные воды нашей планеты, в соответствии с научными принципами В. И. Вернадского, едини. Подземная гидросфера — та часть природных вод, которая пронизывает земную кору и имеет различное фазовое состояние, различную минерализацию и температуру. 2. В ходе геологического развития постоянно возникает взаимодействие экзогенных и эндогенных процессов, определяющее динамическое равновесие гидросферы. В связи с этим составные компоненты подземной гидросферы во времени претерпевают изменения как в качественном, так и в количественном отношении. 3. Развитие подземной гидросферы циклично и поступательно.

В этом развитии главная роль принадлежит процессам водообмена с наземной гидросферой и внутри подземной гидросферы. Подземная гидросфера, таким образом, тесно связана и постоянно находится во взаимодействии с окружающей средой. 4. Исходя из этого, изучать региональные гидрогеологические закономерности необходимо в историческом аспекте, комплексным сравнительно-историческим методом. 5. Из теоретических проблем современной региональной гидрогеологии важнейшей является разработка теории управления режимом гидросферы.

Нетрудно заметить из приведенных выше основных положений, изложенных Е. В. Пиннекером, речь в его монографии скорей идет не о проблемах региональной гидрогеологии, а о проблемах планетарной гидрогеологии, т. е. такого фундаментального раздела современной науки, который изучает собственно проблему формирования подземных вод Земли в ее тесной связи с развитием и изменением вещественного состава земной коры, т. е. так, как ее содержание трактовал основоположник проблемы — академик Ф. П. Саваренский. Следовательно, можно сделать вывод о том, что нельзя изучать проблему формирования подземных вод без оценки истории развития материальной системы — нашей планеты — гидрогеосферы. Гидрогеосферу планеты следует рассматривать как функцию прежде всего внутренней активности Земли и температурных условий на ее поверхности.

Приведенный весьма краткий обзор опубликованных работ показывает, что многие авторы склоняются к тому, что современная гидрогеология — это наука, изучающая не только подземные воды, сформировавшиеся под влиянием внешних процессов, но и всю совокупность подземной части водной оболочки Земли в ее историческом развитии. В этом и состоит то принципиально новое научное положение, которое сложилось в настоящее время в современной гидрогеологии под влиянием логики внутреннего ее развития и запросов практики.

О ПЛАНЕТАРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

В. И. Вернадский изучал историю образования природных вод и в своих избранных трудах отметил, что «глубинные воды сейчас почти полностью выходят из поля научного зрения». Он впервые подчеркнул, что водную оболочку следует рассматривать как функцию внутренней активности Земли и температурных условий на ее поверхности. Именно поэтому так называемую подземную гидросферу необходимо изучать в планетарном аспекте вместе с развитием земной коры. Это очень важное научное положение нашло свое отражение в ряде опубликованных работ и по существу послужило началом зарождения в гидрогеологической науке нового направления — планетарной гидрогеологии.

Выдвигая фундаментальную проблему гидрогеологии — проблему формирования подземных вод, Ф. П. Саваренский, как отмечалось выше, по существу представил первую модель подземной гидросферы, выделяя в ее разрезе по термодинамическим условиям три зоны: а) зону глубинную магматическую, б) среднюю зону — пневматогенную и в) верхнюю — зону жидких подземных вод.

Позже некоторые научные положения планетарной гидрогеологии были изложены в известных трудах В. Л. Личкова, В. Ф. Дергольца, В. А. Кротовой, Н. И. Толстухина, Б. С. Гавриленко, Ф. А. Макаренко и др.

Большое значение в становлении дальнейшего развития планетарного научного направления в гидрогеологии имели исследования академика А. П. Виноградова (1959), результаты которых изложены в работе «Химическая эволюция Земли», а также «Введение в геохимию океана» (1967). Его довольно стройная теория объясняет образование природных вод и, прежде всего, вод Мирового океана путем глобальной дегазации активного вещества мантии Земли. По мнению А. П. Виноградова, планетарную дегазацию мантийного вещества следует рассматривать как единственно возможный механизм формирования земной коры, водной оболочки и атмосферы Земли. Этот процесс по существу послужил началом образования в земной коре всех типов природных, в том числе подземных вод.

Получила общее признание среди геологов и гидрогеологов ведущая роль глубинных растворов в геологических процессах, в том числе в процессах метаморфизма, вулканизма, метасоматоза, гранитизации, рудообразования и др.

Некоторые из этих процессов довольно подробно рассмотрены в научных трудах Н. М. Страхова («Основы теории литогенеза», 1960—1962; «Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли», 1963), А. Е. Ходькова, Г. Ю. Валукониса («Формирование и геологическая роль подземных вод», 1968; «Геологические закономерности движения подземных вод, нефти и газов», 1975).

Несколько позже проблемные вопросы планетарной гидрогеологии были изложены в ряде опубликованных монографий — Е. С. Гавриленко, В. Ф. Дергольца («Глубинная гидросфера Земли», 1971); С. М. Григорьева («Роль воды в формировании земной коры», 1971), Е. С. Гавриленко («Гидрогеология тектоносферы», 1975), А. Н. Павлова («Геологический круговорот воды на Земле», 1977) и др.

Интересные проработки в области планетарной гидрогеологии можно найти в монографии А. Е. Ходькова и Г. Ю. Валукониса. Авторы справедливо подчеркивают, что основной теоретической проблемой современной гидрогеологии являются формирование и геологическая роль подземных вод. Собственно этим вопросам и посвящена монография двух

авторов. Эту проблему целесообразно изучать путем исторического анализа образования и развития, как отмечают авторы, поверхностной и подземной частей единой водной оболочки — гидросферы планеты. При этом гидросферу следует рассматривать как наиболее мобильную из всех сфер Земли.

Авторы монографии отмечают, что формирование гидросферы Земли в общем виде можно представить по следующей схеме: 1) основная масса гидросферы, а также солевой состав природных вод возникли в результате процессов выплавления и дегазации летучих веществ верхней мантии (по А. П. Виноградову); 2) исторически сложившийся процесс подтока ювенильных вод с больших глубин к поверхности за счет дегазации вещества мантии развивался по сложному закону, постепенно ослабевал к периоду современной эпохи; 3) большинство ученых отмечают, что за последокембрийское время объем гидросферы планеты оставался почти неизменным; 4) в современную эпоху развития нашей планеты потоки ювенильных вод проявляются, по-видимому, только в рифтовых поясах (на суше и в Мировом океане), а также и по глубинным разломам складчатых областей; 5) с учетом значений критической температуры воды ($374,2^{\circ}$), критического давления (218,5 атм) и критического объема свободная от примесей вода в критической фазе должна находиться примерно на глубинах порядка 15—20 км. Можно предполагать, что ниже этой глубины формируются сверхуплотненные флюиды под влиянием процессов дегазации вещества мантии; 6) массо- и теплоперенос в подземной гидросфере происходит под влиянием фильтрационных процессов (под влиянием гравитационного градиента), процессов диффузии (под влиянием градиентов химической концентрации, температурного поля и др.), а также под влиянием так называемой авторами геологической формы движения масс (различных форм круговорота влаги).

Признавая необходимость изучения общей проблемы формирования подземных вод путем исторического анализа образования поверхностной и подземной частей гидросферы Земли, авторы указанных выше монографий, к сожалению, не отмечают, что они вкладывают в понятие «подземная гидросфера». Такое определение было бы необходимо потому, что авторы без каких-либо объяснений выделяют подземную и поверхностную части гидросферы Земли.

Иное толкование термина «гидросфера» приводится в монографии Е. С. Гавриленко и В. Ф. Дергольца «Глубинная гидросфера Земли» (1971). Авторы подчеркивают, что разделение наружных оболочек Земли на геосфера, предложенное Э. Зюссом, впоследствии было развито В. И. Вернадским в его учении о природных водах. Четыре геосфера: атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера формируют наружную оболочку Земли. При этом В. И. Вернадский под-

черкивал, что это деление до некоторой степени следует понимать не столько пространственным, сколько предметным. Объясняется это тем, что между геосферами нельзя провести сколько-нибудь четких границ, так как они практически проникают во все другие. Так, например, атмосфера сравнительно глубоко проникает в верхние слои литосферы, а биосфера во все три геосферы Земли.

Используя это справедливое научное положение В. И. Вернадского, а также принимая принцип единства природных вод, гидросфера, по мнению авторов монографии, «проникает во все три другие геосферы нашей планеты». Вода повсеместна и вездесуща (по В. И. Вернадскому), поэтому «на вопрос о границах гидросферы Земли приходится ответить отрицательно: ни верхней, ни нижней сколько-нибудь четких границ установить не удается». Атмосфера Земли постепенно переходит в разряженное межпланетное пространство. Что же касается глубинных частей земной коры и верхней мантии, то воды имеются даже в жидкой магме. Поэтому нет сомнений, пишут авторы упомянутой монографии, «трактовать воду как вещество, принадлежащее атмосфере, поверхности литосферы и ее разбуренной толще». Учитывая такие взгляды, Е. С. Гавриленко и В. Ф. Дергольц трактуют гидросферу как оболочку Земли, которая пространственно захватывает всю толщу наружных ее геосфер, вплоть до глубины залегания верхней мантии включительно.

В пределах гидросферы в таком понимании вода может находиться в трех агрегатных состояниях: жидким, твердом и газообразном. В интервале больших глубин (сверхкритические условия) вода, водный раствор или расплав может находиться в особом четвертом агрегатном состоянии, названном геологами флюидной фазой, или, по А. П. Виноградову, флюид-геологической плазмой.

В строении общей гидросферы Земли авторы указанной выше монографии выделяют поверхностную, подземную и глубинную гидросферы. Подземную гидросферу, в свою очередь, по идеи авторов монографии, можно подразделить на две зоны: 1) **верхняя зона**, где подземные воды находятся в жидким, парообразном и твердом состоянии, а также в форме физически и химически связанных состояний; общее количество воды в этой зоне составляет $5 \cdot 10^{23}$ г, т. е. 53% всей подземной гидросферы, или 22% гидросферы Земли в целом. Общая мощность верхней зоны может достигать до 20 км; 2) **нижняя зона** располагается вплоть до глубины залегания слоев верхней мантии; количество воды в ней ориентировочно составляет $5 \cdot 10^{23}$ г, или 47% всей подземной гидросферы.

В другой монографии «Гидрогеология тектоносферы» (1975), рассматривая механизм образования сверхглубинных вод, Е. С. Гавриленко пользуется уже новым термином — геогидросфера. По мнению автора, геогидросфера — это вла-

га атмосферы, Мирового океана и подземные воды в недрах Земли. Наиболее подвижной частью геогидросферы является астеносфера, находящаяся в зоне «В» верхней мантии и представляющая собой подвижное основание тектоносферы. Именно в этой зоне, по идее автора, происходит генерация ювенильных вод, которые отделяются из состава флюида — горячего сильно минерализованного газонасыщенного раствора, образуемого в результате дифференциации вещества верхней мантии по зонам глубинных разломов. Таким образом, в представлении автора монографии, к глубинным зонам геогидросферы следует отнести вещество верхней мантии, а также нижние слои базальтового и гранитового слоев земной коры. Как видно из изложенного, у Е. С. Гавриленко хотя и произошло в исследованиях некоторое изменение терминологического характера в основных понятиях геогидросферы вместо гидросферы, однако смысловое содержание их по существу не изменилось.

В рассмотрении общего направления и содержания планетарной гидрографии определенный интерес представляют исследования А. Н. Павлова, результаты которых изложены им в монографии «Геологический круговорот воды на Земле» (1977).

В предисловии к монографии автор справедливо подчеркивает, что природные воды (в том числе подземные) — это органическая часть нашей планеты; в силу своих специфических свойств и мобильности они являются активным агентом геологических и геохимических изменений, происходящих на поверхности Земли и в ее недрах. Поэтому гидросферу Земли (в широком ее понимании) следует рассматривать как геологическую систему, имеющую прямые и обратные связи с другими геосферами Земли. Нижнюю границу гидросферы, по мнению автора, можно провести по глубине распространения вещества верхней мантии, содержащего около 3% воды по отношению к ее массе (по данным В. В. Кесарева). Граница эта является по своей структуре очень сложной. Верхняя граница гидросферы может быть проведена по верхним горизонтам тропосферы. Таким образом, в представлении А. Н. Павлова, гидросфера — это по существу водная оболочка Земли, состоящая из атмосферы, поверхностных и всех типов подземных вод. При этом автор монографии подчеркивает, что между составными частями водной оболочки существуют различные формы связи и взаимодействия. Одна из активных форм связи — это круговорот влаги: а) круговорот между поверхностными водами и атмосферой можно назвать климатическим, б) круговорот между поверхностными и подземными водами можно назвать литогенетическим.

В каждом типе круговорота влаги автор выделяет циклы, а затем этапы формирования водообмена. По идее А. Н. Павлова, совокупность всех типов влагооборота и их циклов фор-

мирует так называемый геологический круговорот. Механизм геологического круговорота влаги (водообмена) и определяет сложные процессы, под влиянием которых происходят геологические и геохимические изменения на поверхности Земли и в ее недрах.

В заключение автор монографии приходит к выводу о том, что в современной гидрогеологии важной задачей является разработка **теории формирования всех природных вод**. Следовательно, по мысли А. Н. Павлова, современная гидрогеология — это наука о природных водах Земли. Наиболее общими закономерностями развития гидросферы являются системы водообмена, возникающие под влиянием процессов взаимодействия различных типов круговорота воды, из которых главным является геологический водообмен. Эти сложные условия взаимосвязи и водообмена, происходящие в гидросфере, можно изобразить в виде геологической модели общего круговорота воды, предложенной автором монографии.

Таким образом, А. Н. Павлов в своей монографии ставит знак равенства между водной оболочкой Земли и гидросферой, определяя последнюю как геологическую систему, ничего не имеющую общего с тем понятием «гидросфера», которое по существу принято на вооружение в географической науке. И второе — нельзя признать правильной трактовку автором монографии современной гидрогеологии как науки, изучающей все природные воды Земли. Наряду с этим, в работе А. Н. Павлова, несомненно есть весьма важное научное положение о том, что проблему формирования природных вод успешно можно решить только в том случае, если рассматривать ее на фоне истории формирования и условий взаимодействия различных сфер Земли, т. е. в планетарном аспекте.

Авторы настоящей брошюры не ставили перед собой задачу — произвести анализ материала, изложенного в приведенных монографиях. Однако краткое изложение их содержания позволяет сделать следующие обобщенные выводы:

1. Почти все авторы рассмотренных монографий справедливо подчеркивают необходимость более внимательного изучения подземных вод глубоких и сверхглубоких горизонтов земной коры, на что в свое время неоднократно указывал в своих трудах В. И. Вернадский. Без изучения глубинных подземных вод и источников их эндогенного питания по существу невозможно оценить историю формирования так называемой «подземной гидросфера». Совершенно очевидно, что исследования глубинных вод целесообразно проводить с учетом единства всех типов природных вод и изучения условий взаимодействия подземных вод с окружающей и вмещающей средами (изучения процессов планетарного массо- и теплопереноса). Используя новейшие данные геологии и геофизики, авторы рассмотренных научных трудов, каждый по своему,

разработали схематические модели строения «подземной гидросферы» как первый этап исследований в этой области. Так, под влиянием логики внутреннего развития гидрогеологической науки, достижений в области глобальной геологии, геофизики и тектоники, а также запросов практики в современной гидрогеологии зародилось новое направление, которое вполне правомерно отнести к планетарной гидрогеологии.

2. Из ряда теоретических представлений авторов монографий вытекает одно очень важное научное положение: «подземную гидросферу» Земли следует рассматривать прежде всего как функцию внутреннего развития планеты. Именно поэтому история формирования всех типов подземных вод по существу должна отражать историю и условия формирования земной коры и осадочной ее оболочки. В связи с этим планетарную гидрогеологию следует рассматривать как теоретический раздел современной науки, изучающей историю формирования всех типов подземных вод, распространенных в земной коре, совокупность которых вместе с окружающей средой образует «подземную гидросферу».

3. Термин «подземная гидросфера», предложенный некоторыми авторами опубликованных работ, является неудачным и отражает только форму связи географии с геологической и гидрогеологической науками в современном их содержании. Дело в том, что гидросфера — понятие совершенно определенное — географическое; оно характеризует прерывистую поверхностьную часть водной оболочки Земли, представляющую собой совокупность поверхностных вод Мирового океана, морей, озер и рек.

Так, например, в Большой советской энциклопедии (БСЭ, 1952, т. II, с. 331) приводится следующее содержание рассматриваемого термина: «Гидросфера — прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твердой земной корой и представляющая совокупность океанов, морей и континентальных водных бассейнов».

В Геологическом словаре (1973, т. I, с. 158) отмечено в этом отношении следующее: «Гидросфера — прерывистая водная оболочка Земли, одна из геосфер, располагающаяся между атмосферой и литосферой: совокупность океанов, морей, континентальных водоемов и ледяных покровов». Таким образом, в официальном геологическом словаре признается и отмечается, что гидросфера — термин географический и не отражает в себе никаких геологических понятий. В изданном в Москве в 1975 г. «Словаре общегеографических терминов» (т. I, с. 405) отмечается весьма краткое определение: «Гидросфера — воды земной поверхности вместе взятые».

Как видно из изложенного, термин «подземная гидросфера» в общепринятом его понимании имеет весьма косвенное отношение к геологической науке и по существу не отражает содержания современной гидрогеологии. Очевидно, нецеле-

сообразно общепринятым термину «гидросфера», даже придав к нему слово «подземная», придавать иное научное содержание.

4. Из материалов перечисленных монографий можно сделать еще один важный вывод: фундаментальная проблема формирования подземных вод в современной гидрогеологии должна получить более глубокое научное содержание и по существу может быть рассмотрена как планетарная проблема, изучающая историю и процессы формирования гидрогеосферы.

Таким образом, сформировавшееся в последние годы в нашей стране новое направление — планетарная гидрогеология — вносит существенный вклад в развитие общей, фундаментальной части современной гидрогеологической науки.

НОВАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Как отмечалось, в последние 15—20 лет геологическая, в том числе и гидрогеологическая, наука в значительной степени обогатилась принципиально новой информацией. Эта информация была получена как в результате изучения геологического строения и гидрогеологических условий земной коры прямыми (буровые скважины, горные выработки) и косвенными методами (главным образом, геофизические исследования).

Для теоретических исследований по проблеме современной гидрогеологии большое значение имеет информация, полученная в результате глубинного геофизического зондирования Земли. Как известно, данные глубинного геофизического зондирования геологами были положены в основу составления нескольких вариантов моделей строения нашей планеты, в том числе строения земной коры.

Из всех известных моделей Земли наибольший интерес для анализа гидрогеологических условий в планетарном масштабе представляет схема, предусматривающая: а) выделение в верхней части разреза трех слоев земной коры — гранитного, базальтового и верхнюю оболочку осадочных метаморфических пород и б) условия залегания и распространения подстилающей земную кору верхней мантии и разделяющих их покровных слоев. Различие вещественного состава трехслойного разреза земной коры и физических свойств слагающих их пород предопределили и некоторые гидрогеологические их особенности.

Предполагается, что гранитный слой (по геофизическим данным) представлен горными породами кислого состава — гранитогнейсами, гранитами и близкими к ним породами. Мощность этого слоя меняется в широких пределах: а) на площади равнинных материков, т. е. современных платформ, слой имеет повсеместное распространение и достигает мощ-

ности до 10 км; б) под горными сооружениями отмечается максимальная мощность гранитного слоя до 40 км; в) под глубоководными частями Мирового океана этого слоя вовсе нет.

Напомним, что повсюду на гранитном слое залегают осадочно-метаморфические породы средней мощностью 3—5 км. Некоторые исследователи называют гранитный слой корой континентального типа.

Второй слой, выделенный также по данным результатов геофизического зондирования, сложен базальтовыми породами, т. е. породами основного состава. В области современных платформ слой базальта достигает максимальной мощности до 30 км; под горными сооружениями — до 15—20 км и на площади Мирового океана — до 3—5, реже 10—15 км. Предполагается, что на некоторых участках Мирового океана базальтовый слой отсутствует. Базальтовый слой относят ко второму типу земной коры — океаническому.

Полиминеральные породы гранитного типа, как показывают наблюдения в глубоких буровых скважинах и горных выработках, по сравнению с породами базальтового состава имеют различные физические свойства — они более трещиноватые и обладают микропористостью. В горных породах базальтового состава распространена более редкая трещиноватость, отмечается их слабая химическая активность. Это различие физических и химических свойств двух групп горных пород предопределяет, как предполагается, различную гидрогеологию глубоких структурных горизонтов платформ и площади Мирового океана.

Большое значение в познании глубинных гидрогеологических процессов земной коры имеют результаты экспериментальных лабораторных исследований, проведенных под руководством П. А. Виноградова и Н. И. Хитарова.

Был изучен механизм процессов, протекающих на больших глубинах нашей планеты, эти процессы характеризуют активность верхней мантии Земли и подкоровых слоев. Как известно, результаты этих исследований были положены А. П. Виноградовым в разработку теории рудообразования и первичного образования природных вод путем дифференциации вещества мантии и дегазации летучих по принципу зонной плавки в процессе глубинного и поверхностного вулканизма. Теория А. П. Виноградова, принципиально по новому объясняющая образование ювенильных подземных вод, быстро получила всеобщее признание, дала возможность объяснить первопричинность образования природных вод нашей планеты, Мирового океана, а также развития глубинных процессов в историческом разрезе.

Теория А. П. Виноградова активно оказала свое влияние на развитие планетарной гидрогеологии. Главное ее достоинство состоит в том, что она сравнительно правдоподобно

объясняет образование основной массы водной оболочки Земли. При этом подчеркивается, что глобальные процессы выплавления и дегазации вещества мантии протекают постоянно и непрерывно, как функция внутреннего развития нашей планеты.

А. Е. Ходьков отмечает, что в истории развития водной оболочки Земли можно выделить два этапа: а) наиболее древний — планетарный, и азойский этап, в период которого происходило интенсивное проявление ювенильных процессов, образование, становление и развитие водной оболочки, и б) палеозойско-мезозойский этап, когда происходило постепенное затухание процессов выплавления и дегазации вещества мантии и, как следствие этого затухания, образование глубинных и ювенильных вод. Как следует из имеющейся информации, на многих регионах нашей планеты обнаруживаются современные процессы разгрузки глубинных подземных вод ювенильного происхождения.

Современная гидрогеологическая наука в значительной степени обогатилась очень важной информацией, полученной в результате исследований непосредственно прямыми методами. Имеется в виду гидрогеологическая информация, полученная в процессе бурения глубоких скважин на нефть и газ, а также бурения структурных сверхглубоких скважин. В этом направлении только на территории нашей страны ежегодно проводится бурение 2500 скважин, глубина которых уже достигла 6—7 км на суше. За последние 10 лет в СССР накоплена гидрогеологическая информация более чем по 25 тыс. глубоких скважин.

Большая информация по глубокому бурению на нефть и газ накоплена и в других странах. Все они пройдены в осадочно-метаморфической толще земной коры. Не останавливаясь на подробном изложении гидрогеологических данных по глубокому бурению, которое является предметом специальных исследований, отметим одну очень важную сторону этой информации. Практически все пробуренные глубокие скважины при разведке нефтяных и газовых месторождений на площади платформенных областей вскрыли подземные воды очень разнообразного химического состава, общей минерализации, температурного и газового режима. Опробованием было установлено, что во всех буровых скважинах вскрытые подземные воды глубоких структурных горизонтов обладают высокими пьезометрическими напорами. Непосредственно на нефтяных месторождениях, как известно, подземные воды всегда парагенетически распространены на всех месторождениях. Гидрогеологические данные глубокого бурения позволяют, таким образом, сделать очень важный вывод о сплошном распространении подземных вод в пределах осадочно-метаморфической толщи земной коры платформенных областей.

Очень интересная гидрогеологическая информация получена и в результате глубокого бурения на нефть и газ в акваториях, главным образом в пределах морского шельфа. Эта переходная зона от платформ к океану тоже характеризуется практически повсеместным распространением подземных вод различного состава.

В пределах горно-складчатых сооружений результаты гидрогеологической документации глубоких шахт и буровых скважин показывают, что на глубинах до 1,5—2 км ниже местного базиса эрозии в сложно дислоцированных и тектонически нарушенных породах подземные воды имеют прерывисто-сплошное распространение, приурочиваясь, главным образом, к зонам глубоких тектонических нарушений, имеющих довольно широкое распространение в горно-складчатых областях. Исключение из этого правила составляют трещиноватые и закарстованные карбонатные породы, на площади которых распространены гидравлически связанные бассейны трещинно-карстовых вод, потоки которых обнаружены в глубоких карстовых пещерах — 1400—1800 м (ниже местного базиса эрозии).

Глубинные подземные воды складчатых областей, в отличие от платформенных структур, имеют значительно меньшую минерализацию — от пресных до 3—5 г/л. В более глубоких частях можно ожидать увеличение минерализации подземных вод.

Целесообразно подчеркнуть большую роль карбонатных пород в формировании глубинного регионального стока подземных вод. Обладая хорошей фильтрационной трещинно-карстовой средой, карбонатные породы на участках погружения горно-складчатых структур в платформенные области аккумулируют трещинно-карстовые воды, потоки которых на больших глубинах могут быть направлены в сторону перекрывающих структур. Этот сток можно рассматривать как региональный источник питания. Региональный сток глубоко залегающих подземных вод в толще карбонатных пород в аридных зонах может иметь существенное значение для их накопления в прилегающих платформенных артезианских бассейнах.

Гидрогеологические условия глубоких горизонтов гранитного и базальтового слоев земной коры изучены очень слабо, поэтому в этом отношении для предполагаемых выводов может быть использована довольно ограниченная информация.

Большой интерес представляют, например, некоторые данные по глубоким скважинам, которые были пробурены при разведке и эксплуатации некоторых нефтяных месторождений (на глубинах более 5 км). Некоторые скважины глубиной более 7,0 км прошли всю толщу осадочно-метаморфических пород и вскрыли подстилающий гранитный

слой. В интервале больших глубин, непосредственно в гранитном слое некоторые скважины обнаружили ослабленную зону, к которой приурочены высокоминерализованные подземные воды, обладающие высоким напором. Предполагается, что подземные воды приурочены к зоне крупного тектнического нарушения глубокого заложения.

Аналогичные гидрогеологические данные получены и в процессе бурения структурных скважин в различных районах страны. Как известно, проектная глубина отдельных скважин имеет более 6,0 км.

В интервале больших глубин структурные скважины вскрыли две водоносные зоны. Одна из них — в нижних горизонтах метаморфических пород, а вторая — в интрузивных породах. Подземные воды обеих зон являются высокоминерализованными. Опробование вскрытых водоносных зон намечено выполнить в 1980 г. (данные В. С. Безродного).

Не меньший интерес представляют гидрогеологические данные по Припятскому грабену в Белоруссии. Этот грабен ограничен двумя крутопадающими разломами глубокого заложения, поражающими непосредственно фундамент платформы и перекрывающую толщу пород. К зонам тектонических нарушений приурочены восходящие потоки трещинно-жильных сильно минерализованных вод глубинного происхождения. Есть основание предполагать, что эти разломы в гидрогеологическом отношении характеризуют условия водонасности глубоких горизонтов гранитного слоя земной коры.

Имеющаяся, хотя и очень ограниченная, гидрогеологическая информация, а также данные карты глубинных разломов СССР позволяют отметить, что в гранитном слое земной коры подземные воды по существу приурочены к зонам крупных тектонических нарушений, которые сравнительно часто поражают всю толщу земной коры. Это дает основание предполагать, что в гранитном слое подземные воды имеют прерывисто-сплошное распространение. Очевидно, такие же условия распространены и в базальтовом слое земной коры.

Современная гидрогеология за последние годы получила принципиально новую информацию, характеризующую геолого-структурные и гидрогеологические условия дна Мирового океана. Теоретические и прикладные разделы гидрогеологии развивались по существу на базе той информации, которая была получена при изучении гидрогеологических условий только суши. Большая по площади часть планеты, а именно акватория в геологическом и, тем более, в гидрогеологическом отношении оставалась совершенно не изученной, и наши представления об общих гидрогеологических условиях в планетарном направлении обрывались границей распространения морей и океанов. Были только известны весьма отры-

вочные сведения об условиях так называемой субмаринной разгрузки подземных вод, проявляющейся главным образом в шельфовых зонах. В настоящее время довольно четко установлены общие геолого-структурные и геоморфологические условия дна морей и океанов. Так, по профилю от прилегающей суши в сторону наиболее глубоких частей Мирового океана четко выделяются следующие структурные элементы: 1) континентальный шельф, 2) континентальный склон, 3) континентальные подножья и 4) ложе океана.

Континентальный шельф непосредственно примыкает к суше, образуя мелководную зону средней глубиной 200 м и шириной до 800—900 км. Континентальный склон имеет глубины в пределах от 200 до 1000 м, а его ширина изменяется в больших пределах — от 300—500 до 1000 км. Далее наибольшую площадь занимает континентальное подножье и ложе Мирового океана с его глубокими океаническими котловинами и хребтами.

Ложе Мирового океана является в тектоническом отношении наиболее активным — здесь интенсивно проявляются современные процессы — вулканизм, землетрясения. Предполагается, что первые три структурные единицы Мирового океана — шельф, склон и подножье — в геологическом отношении сложены породами осадочно-метаморфической толщи и континентального типа земной коры, а наиболее активное ложе океана — базальтовым слоем небольшой мощности, который непосредственно залегает на верхней мантии Земли.

Новые методы геофизических исследований (современное эхолотирование и глубинное зондирование), а также данные буровых скважин, расположенных непосредственно на площади акваторий, позволили в значительной степени уточнить геологическое строение земной коры под морями и океанами. Особенно ценная новая информация была получена в результате многолетних исследований по международной программе «Геодинамический проект», а также по программе глубоководного бурения с помощью специального американского судна «Гломар Челленджер». Участникам франко-американской экспедиции ФАМОСа, работающей на глубоководном батискафе «Архимед» и подводных лодках «Алвин» и «Сиана», удалось непосредственно опуститься на дно Атлантического океана на глубины 2,5—3,0 тыс. м, провести визуальное наблюдение за процессами, протекающими на этих глубинах, а также отобрать образцы горных пород для лабораторных исследований.

Большой вклад в изучение геолого-структурных условий Индийского, Атлантического и Тихого океанов внесли советские ученые Института океанологии им. П. П. Ширшова, Института геохимии и аналитической химии В. И. Вернадского, Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта и др.

Результаты многолетних исследований дна Тихого океана, проведенных Институтом океанологии АН СССР под руководством Г. Б. Удинцева, изложены в многотомной монографии. Два тома этого труда посвящены изложению результатов работ по изучению геоморфологии, геофизики и тектоники дна Тихого океана. По существу, в советских публикациях впервые представлена фундаментальная характеристика и геологическая карта величайшего океана, занимающего по площади около 35% поверхности земного шара. По мнению Г. Б. Удинцева, строение дна Тихого океана отличается тектонической неоднородностью. Восточная половина океана, занимающая большую площадь акватории, характеризуется системой рифтовых зон — весьма подвижных срединно-океанических поднятий. В этой части дно океана поражается целой системой крупных глубинных разломов, рассекая и смешая рифтовые структуры. Весьма интересными в гидрогеологическом отношении являются данные по рифтовым зонам и глубинным разломам. В них интенсивно проявляются гидротермальная и вулканическая деятельность, а также мощные тепловые потоки из недр Земли. Эти процессы указывают на активность эндогенной области, связанной с веществом верхней мантии. В западной части дна океана распространены подводные горы вулканического происхождения — кольцо огнедышащих подводных вулканов. Г. Б. Удинцев предполагает, что образование таких хребтов, очевидно, связано с разломами, сколами и надвигами.

Исследования Института океанологии также показали, что в пределах дна Тихого океана весьма неравномерно развита осадочно-метаморфическая толща земной коры. В пределах рифтовых зон и на склонах вулканических гор породы осадочно-метаморфического комплекса нарушены сбросами и здесь обнажаются породы фундамента (базальтовые слои). Наряду с этим в некоторых местах мощность осадков довольно значительная и полностью не вскрывается подводными буровыми скважинами.

В 1977 г. в результате детальных исследований глубинных разломов океанического дна, в пределах Атлантического океана, была получена новая информация, представляющая большой интерес для гидрогеологии. С борта научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» на ключевых участках был выполнен большой комплекс работ: детальная геофизическая съемка, измерение теплового потока, отбор проб донных осадков и коренных пород, глубинное зондирование земной коры, а также изучение сейсмичности дна океана с помощью специальных сейсмографов.

В результате исследований в зоне глубинного разлома Атлантического океана были обнаружены на дне океана повышенные тепловые потоки и признаки проявления гидротерм. На площади

другого ключевого участка — впадины Хесса в зоне разлома Галапагос (Атлантика) — был получен следующий полный геологический разрез океанической земной коры (сверху): базальтовые лавы, базальто-долеритовый комплекс пород и, наконец, комплекс габброидных пород. Непосредственно во впадине Хесса была задокументирована очень высокая сейсмическая активность дна океана. Предполагается, что эта впадина представляет молодую рифтовую зону.

В Тихом океане исследованиями были обнаружены ранее неизвестные глубинные поперечные разломы. Новейшие исследования позволили установить следующие, очень важные в гидрогеологическом отношении общие геолого-структурные закономерности дна Мирового океана:

1. Геоморфологическое строение дна морей и океанов является очень сложным — характеризуется прежде всего широким распространением систем так называемых срединно-океанических горных хребтов общей протяженностью 80,0 тыс. км и возвышающихся над дном океана до нескольких километров. Вершины этих хребтов разрезаны продольными зияющими ущельями, названными геологами рифтовыми ущельями или просто рифтами. Ущелья эти глубинного происхождения, имеют ширину от 5—20 до 200—400 км. В структурном отношении рифты — это зоны растяжения земной коры: они являются системой разломов глубокого заложения и непосредственно связывают поверхность дна Мирового океана с верхней мантией.

2. В пределах так называемого океанического ложа по геологическому строению выделяют несколько зон: а) собственно океаническое ложе, б) холмистые равнины, в) плоскогорье и горные хребты. Эти зоны по площади имеют широкое распространение. Океаническое ложе и холмистые равнины сложены породами земной коры океанического типа. Предполагается, что срединно-океанические хребты имеют иное геологическое строение. Здесь распространены горные породы, слагающие верхнюю мантию Земли.

3. В пределах океанического дна постоянно и непрерывно проявляется большой комплекс активных геодинамических процессов, в том числе излияние лавовых потоков. Это наиболее подвижная область нашей планеты.

Новая информация о геолого-тектоническом строении земной коры позволила геологам разработать теорию образования рифтовых зон Земли, имеющую большое значение для оценки гидрогеологических условий глубинных горизонтов. Согласно этой теории, рифтовые зоны образуются в ослабленных частях в результате растяжения земной коры. Рифты имеют глубокое заложение. Эти каналы по существу связывают верхнюю мантию с земной корой и поверхностью Земли. К ним приурочены восходящие токи гидротермальных

растворов. Предполагается, что интенсивность этих процессов со временем (в историческом времени) постепенно затухает. Однако восходящие токи ювенильных подземных вод действуют и поныне.

В настоящее время различают: а) внутриокеанические рифтовые зоны с корой океанического типа, б) межконтинентальные рифтовые зоны, где континентальная кора отсутствует (например, рифты Красного моря и Аденского залива) и в) внутриконтинентальные рифтовые зоны, тяготеющие к ранее ослабленным в земной коре. К последней группе на территории СССР можно отнести Байкальскую зону. Исследования байкальского дна, проведенные в 1977—1978 гг., показали, что в Байкальской рифтовой зоне продолжаются активные тектонические процессы — колебание земной коры, выход базальтовых пород; были выявлены аномальные тепловые потоки. Предполагается, что озеро Байкал имеет частичное питание за счет выхода глубинных подземных вод ювенильного происхождения. Некоторые геологи к континентальной рифтовой зоне относят и молодое глубоководное озеро Иссык-Куль в Киргизии, где также отмечаются неотектонические процессы и выявлены аномальные тепловые потоки.

Предполагается, что в краевой части Западно-Туркменского артезианского бассейна по зоне глубинного разлома типа межконтинентальной рифтовой зоны происходит питание артезианских горизонтов за счет естественной разгрузки глубинных подземных вод ювенильного происхождения. Очевидно, этим можно объяснить своеобразный режим и химический состав промышленных подземных вод известного Челекенского месторождения, эксплуатируемого уже много лет системой взаимодействующих скважин.

Таким образом, новая геологическая информация по акватории нашей Земли и основы теории образования рифтовых зон могут быть использованы для дальнейшей разработки очень важной проблемы современной гидрогеологии — проблемы формирования подземных вод в планетарном разрезе, в том числе оценки роли глубинных вод ювенильного происхождения в геологической деятельности земной коры. Кстати заметим, что требование практики предопределило образование в отечественной геологической науке нового направления — морской геологии. Известно, что недра в области морского дна таят в себе богатства нефти, газа и различных рудных месторождений. Дальнейшее интенсивное освоение недр, несомненно, приведет к бурному росту морской геологии, оснащению этой отрасли науки новыми техническими средствами и автоматической аппаратурой. Может быть, потребуется и организация у нас в стране специальной геологической службы.

На повестку дня практикой поставлен вопрос о формировании нового направления и в гидрогеологии — морской гидрогеологии, основное содержание которой определяется не только требованиями народного хозяйства, но и требованиями внутренней логики науки.

Исследования, выполненные ВНИИгеофизика, показали, что земная кора на суше и в океане имеет четко выраженную блоково-глыбовую структуру и довольно интенсивно поражена системой глубинных разломов, имеющих различное строение, возраст и физические выражения.

Из большой системы разломов в гидрологическом отношении представляют интерес группы глубинных разломов — структуры растяжения — грабены-бросы рифтовых зон.

Проводником глубинных подземных вод может быть и группа разломов, образовавшаяся под влиянием деформации растяжений, сменяющихся во времени напряжением сжатия земной коры по схеме — растяжение — сжатие. Разломы растяжений часто представлены ослабленными зонами пород мощностью от 1 до 5 км, физическая среда которых благоприятна для фильтрации глубинных растворов. Таким образом, структурно-тектоническое строение земной коры позволяет отметить, что зоны тектонических нарушений глубинного заложения, рифтовые зоны и др. в гидрологическом отношении играют весьма существенную роль. Они являются водовыводящими каналами, создавая благоприятные условия для восходящей циркуляции подземных вод глубинного происхождения, нередко связывая зону верхней мантии с верхними горизонтами земной коры.

В последние годы в нашей стране была получена новая информация, характеризующая гидрологические условия глубоких структурных горизонтов в районах интенсивного проявления тектонических землетрясений.

Группе советских ученых впервые удалось выявить значение гидрохимических и гидродинамических аномалий для изучения современных тектонических процессов.

Многолетними исследованиями, проведенными на площади опытных геодинамических полигонов (в городах Ташкенте и Фергане), было установлено, что в предшествующий период тектонических землетрясений, а также после землетрясений четко отмечается заметное изменение химического, газового состава и физических свойств подземных вод. Было установлено, что гидрологические аномалии в подземных водах наблюдаются по довольно широкому кругу элементов — индикаторов — углероду, азоту, водороду; инертным газам — гелию, аргону, радону; радиоактивным элементам — урану, а также по микрокомпонентному составу — фтору, хлору, ртути и др. Эти гидрохимические изменения (аномалии) в под-

земных водах, как правило, носят периодический характер и довольно четко коррелируются с проявлением тектонических землетрясений. Выявленные гидрогеологические признаки в совокупности с другими геологическими, геофизическими, биологическими и другими признаками и критериями можно использовать для разработки научных основ возможного прогнозирования тектонических землетрясений. Комплекс гидрогеологических исследований по поискам предвестников землетрясений в настоящее время проводится во всех сейсмоактивных зонах Советского Союза. Проводятся аналогичные исследования и за рубежом.

Таким образом, можно отметить, что в гидрогеологической науке под влиянием запросов теории и практики родилось новое направление — гидрогеосейсмологическое, призванное изучать гидрогеологические аспекты сложной проблемы — возможного прогнозирования тектонических землетрясений.

В настоящее время природа формирования гидрохимических и гидродинамических аномалий на участках интенсивного проявления тектонических землетрясений изучена еще очень слабо. По существу в период зарождения нового направления происходит накопление информации. Разработанная рабочая гипотеза объясняет следующим образом происхождение гидрогеологических аномалий. Все горные породы в условиях естественного их залегания в земной коре находятся в напряженном состоянии. В результате проявления эндогенных физико-химических процессов в зонах крупных тектонических нарушений глубокого заложения, происходит накопление упругих напряжений. При этом превышение предела прочности горных пород приводит к нарушению термодинамического режима; в очаге землетрясений происходит разрядка накопленных напряжений, разрыв сплошности пород и упругие их подвижки. Происходит выделение упругой энергии. Основные разрывы, как правило, сопровождаются образованием во вмещающих породах массовой трещиноватости (макро- и микротрещиноватости) в горных породах. Предполагается, что при деформации пород в них возникают упругие колебания ультразвукового диапазона частот (до 10—30 кГц). В периоды разрыва сплошности и проявления упругих ультразвуковых колебаний происходит обогащение подземных вод глубоких горизонтов различными газами и микрокомпонентами.

Механизм выделения химических элементов из горных пород в подземные воды, очевидно, протекает так же, как и при обогащении полезными компонентами на обогатительных фабриках при переработке руд. Глубинные флюиды в очагах землетрясений обогащают подземные воды такими элементами, как уран, ртуть, фтор, а также некоторыми газами. Результаты гидрогеосейсмических исследований хотя и имеют

предварительный характер, однако позволяют отметить, что комплекс гидрогеохимических и газовых исследований целесообразно проводить при изучении глубинных разломов, особенно на участках их современных подвижек.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Как видно из изложенного, новейшие достижения геологии, структурной геологии, глобальной тектоники вносят существенную поправку в содержание и основное научное направление современной гидрогеологии. В связи с этим, как отмечалось, целесообразно рассмотреть основные понятия и определения гидрогеологии на современном этапе ее развития.

Определение основных понятий в науке, в том числе ее содержания, дело эволюционное; оно периодически уточняется в зависимости от степени необратимого процесса развития науки — это одно из основных положений теории науковедения. Это положение целиком относится к гидрогеологии — науке, изучающей закономерности такого природного объекта, который постоянно находится в движении, развитии и изменении. Поэтому нелишне еще раз подчеркнуть, что в гидрогеологической науке одна из важнейших задач состоит в периодическом совершенствовании ее основных понятий, определении этих понятий, разработке смысла и содержания понятий. Именно этот процесс и позволяет гидрогеологии все глубже в своих исследованиях отражать объективную действительность. Накопленные за последние годы новые фактические материалы в гидрогеологии, а также приведенную выше новую информацию предстоит еще очень внимательно изучить и глубоко осмыслить. Это целесообразно специально выполнить в ведущих научно-исследовательских институтах страны. Однако их значение на существующем уровне обобщения позволяет в предварительном виде прийти к следующим выводам.

В платформенных областях, а также в примыкающих зонах акваторий (континентальный шельф и континентальный склон), в толще земной коры формируется сплошная и прерывисто-сплошная подземная водная оболочка. Эта оболочка представлена совокупностью различных типов и разновидностей подземных вод инфильтрационного, седиментогенного и ювелирного происхождения. Подземные воды в оболочке находятся в различных фазово-агрегатных состояниях и имеют различную структуру.

Во вмещающей среде — осадочных и осадочно-метаморфических породах — подземные воды формируют преимущественно пластово-поровые и пластово-трещинные водонапорные системы, а также капиллярно-поровые растворы; в кристал-

лическом фундаменте — трещинно-жильную водонапорную систему. Очевидно, аналогичные условия обнаруживаются и в горно-складчатых областях. В пределах криолитозоны подземные воды находятся преимущественно в твердом состоянии; подземные воды жидкой фазы формируют своеобразные водонапорные системы таликовых и подмерзлотных зон. Предполагается, что в области глубоких частей акваторий нашей Земли подземная водная оболочка имеет прерывисто-сплошное распространение. В горных породах океанической земной коры подземные воды главным образом глубинной циркуляции формируют преимущественно трещинно-жильную водонапорную систему, приуроченную к крупным тектоническим глубокого залегания нарушениям и рифтовым зонам.

Есть основание утверждать, что указанные выше две планетарные структурные области в гидрогеологическом отношении представляют единое целое и формируют сплошную подземную часть водной оболочки Земли очень сложного строения. Эту подземную часть водной оболочки Земли можно назвать гидрогеосферой.

Гидрогеосфера — это реальная и вполне определенная материальная система, четыре компонента которой — «подземные воды — горные породы — газы — органические вещества» — закономерно связаны между собой, постоянно находятся во взаимодействии, формируя в природе динамическое равновесие. Ведущим процессом в этом взаимодействии является массо-теплоперенос, определяющий формирование химического состава различных типов подземных вод и их геологическую роль в породообразовании и рудообразовании. Эти процессы по существу протекают в гидрогеосфере непрерывно, определяя постоянное развитие рассматриваемой материальной системы.

Гидрогеосферу, следовательно, необходимо рассматривать как систему, представляющую совокупность всех типов подземных вод и вмещающих горных пород, распространенных в земной коре, а историю ее формирования следует понимать как функцию внутреннего развития нашей планеты. Строение гидрогеосферы является очень сложным, и по существу изучены только ее верхние горизонты. Приближенная модель гидросферы рассматривается далее.

С позиции единства природных вод и выделения гидрогеосферы важно подчеркнуть строение водной оболочки Земли. Водная оболочка Земли едина и является важным элементом нашей планеты, особенно для формирования биосферы. Она охватывает три сферы планеты и поэтому состоит как бы из трех взаимосвязанных частей: 1) подземной части, или гидрогеосферы, выше кратко охарактеризованной; 2) поверхностной части, названной географами гидросферой; 3) газообразно-жидкой части, названной климатологами атмосферой.

Все три сферы тесным образом связаны между собой, находятся во взаимодействии, проникая в некоторых частях друг в друга, образуют, как отмечалось, единую водную оболочку нашей Земли.

В каждой выделенной сфере движение влаги и развивающиеся при этом процессы подчиняются определенным закономерностям, имеющим свои особенности, и поэтому требуют применения различных методов их изучения, специфических технических средств для исследования и т. д. Поэтому и не удивительно, что изучаются эти процессы в различных сферах водной оболочки Земли различными науками, а именно: гидрографию изучает геологическая отрасль наших знаний — гидрогеологическая комплексная наука; гидросферу — географическая отрасль знаний — также комплексная наука, включающая гидрологию, океанологию, лимнологию и др.; атмосферу изучает климатология, входящая в группу гидрометеорологических наук.

Таким образом, в теории и практике сформирована целая группа наук, изучающих природные воды, — геология, гидро-геология, география, гидрология, океанология, климатология и др., что является вполне закономерным для такого сложного объекта, как водная оболочка Земли.

Учитывая изложенное, необходимо еще раз отметить, что предложение некоторых ученых о создании одной науки о природных водах нашей Земли, исходя только из принципа их единства, не выдерживает критики; оно, по существу, не отвечает основным положениям теории о научном исследовании и поэтому лишено всякой научной основы. Поэтому целесообразно этот вопрос снять с повестки дня научных дискуссий.

Как уже отмечалось, строение гидрографии нашей планеты, так же как и история ее формирования, изучено пока очень слабо. В общем ее строении характерным является четко выраженная вертикальная зональность, некоторые особенности которой изложены далее. Относительно хорошо изучена только самая верхняя часть ее разреза, тяготеющая непосредственно к поверхности Земли и уходящая на глубину примерно на 2—3 км. Эта верхняя часть разреза гидрографии по существу и была предметом собственно гидрогеологических исследований в самых различных направлениях. Строение гидрографии в нашей литературе впервые было предложено в весьма схематическом виде академиком Ф. П. Саваренским. Выдвинув основную проблему современной гидрогеологии — проблему формирования подземных вод, Ф. П. Саваренский в разрезе гидрографии выделил три зоны (снизу): 1) зону магматическую (в которой вода находится в растворенном состоянии в магме); 2) зону пневмотогенную (зону выделения из магмы летучих компонентов, в том числе воды); 3) зону жидких подземных вод.

Вопросу о строении гидрогоесферы Земли были также посвящены исследования Ф. А. Макаренко, Г. В. Богомолова, Е. В. Пиннекера, Е. С. Гавриленко, В. Ф. Дергольца и др., краткое изложение которых приводилось в гл. I.

Не останавливаясь на общем обзоре и критических замечаниях известных в этом отношении публикаций, отметим только, что каждая модель гидрогоесферы, предложенная различными авторами, содержит в себе очень интересные идеи о строении глубоких горизонтов земной коры, а также общее признание о необходимости всестороннего их изучения.

С учетом имеющихся публикаций и некоторых гипотетических предпосылок, вытекающих из новой информации, авторами настоящей брошюры предложена новая модель гидрогоесферы. Схематизация общих природных и граничных условий подземной части водной оболочки Земли позволяет строение гидрогоесферы представить в следующем виде (табл. 3). В пределах гидрогоесферы в вертикальном разрезе можно выделить две планетарные зоны (или две сферы второго порядка): а) верхнюю и б) нижнюю. Эти планетарные зоны имеют очень сложную конфигурацию границы раздела по простираннию, отражают закономерность их распространения в пределах континентальной и океанической земной коры. Между этими зонами нет четких границ, и поэтому они скорее играют роль не пространственного, а предметного подразделения. Границу раздела между двумя зонами примерно можно провести по термодинамическим условиям по глубинам 12—20 км, т. е. примерно по глубине распространения в земной коре критической температуры среды 274—450°.

Верхняя зона I в планетарном отношении характеризуется очень сложным строением; подземные воды в ней распространены в самых различных фазово-агрегатных состояниях, во всех трех структурных этажах земной коры — в осадочных и осадочно-метаморфических породах и в породах, слагающих континентальный и океанический типы коры. Причем, подземные воды эти могут быть инфильтрационного, седиментационного и ювелирного происхождения.

Нижняя зона II, охватывая нижний разрез земной коры и, возможно, верхнюю мантию, характеризуется тем, что в ней по существу распространены только сверхплотные флюидные растворы ювелирного происхождения.

Первая зона непосредственно связана с поверхностью Земли и взаимодействует с экзогенной областью инфильтрационного питания подземных вод. Вторая зона контактирует с глубокими горизонтами земной коры и слоями верхней мантии, в которой четко определяется эндогенная область — ювелирного питания подземных вод. Наиболее сложной по своему строению является верхняя зона, в которой на определенных глубинах и при определенных термодинамических

Таблица 3

Фрагментарный разрез гидрогеосферы

Атмосфера — экзогенная область инфильтрационного питания

Гидрогеосфера	I верхняя зона	Подзона А	Подземные воды сплошного и прерывисто-сплошного распространения в осадочной и осадочно-метаморфической толщах земной коры.	Подземные воды, пресные и слабо минерализованные интенсивного стока, преимущественно инфильтрационного происхождения (участвующие в климатическом влагообороте). Неистощимые ресурсы — основное богатство недр.
		Подзона Б	Подземные воды прерывисто-сплошного распространения в породах континентальной и океанической земной коры.	Подземные воды высокой минерализации и рассолы высокой температуры замедленного стока, преимущественно седиментационного, реже ювенильного происхождения. Подземные воды высокой плотности, минерализации, температуры и газонасыщенности, преимущественно седиментационного и ювенильного происхождения
		Подзона В		Подземный сток осуществляется только по зонам тектонических нарушений.
	II нижняя зона		Зона прерывисто-сплошного распространения в нижних горизонтах земной коры сверхплотных флюидов ювенильного происхождения.	

Эндогенная область питания.
Верхняя мантия

условиях по-различному протекают гидрогеологические процессы. Поэтому целесообразно в разрезе первой зоны выделить три подзоны (см. табл. 3).

В пределах подзоны А и Б подземные воды приурочены к породам осадочной и осадочно-метаморфической толщ земной коры и имеют сплошное и прерывисто-сплошное распространение.

Наиболее хорошо изучены условия подзоны А. В гидрогеологическом отношении подзона А характеризуется прежде всего непосредственной связью с атмосферой, гидросферой и активным подземным стоком; в ней, таким образом, име-

ются благоприятные предпосылки для формирования подземных вод инфильтрационного происхождения. Это, в свою очередь, определяет одну из основных особенностей самой верхней подзоны: в ней аккумулируются преимущественно пресные подземные воды — главное богатство недр Земли. Подземные воды, близко залегающие к поверхности, оказывают свое влияние и на формирование географической зональности.

Постоянно действующий и исторически сложившийся процесс климатического влагооборота на нашей планете, охватывающий атмосферу — гидросферу и верхние горизонты гидро-геосфера, по существу определил условия формирования в подзоне А неистощимых ресурсов пресных подземных вод. Глобальный процесс климатического влагооборота на нашей Земле имеет, таким образом, исключительно важное значение для биосфера вообще и в первую очередь для экологии человека.

Границу распространения подзоны А можно провести до глубин 500—1000 м. В некоторых гидрогеологических структурах эта граница может опускаться до глубины 2000 м. Предполагается, что граница подзоны в плане, очевидно, охватывает поверхность океанического шельфа. Именно этим объясняется выход в шельфовой зоне родников в форме субмаринной естественной разгрузки пресных подземных вод.

Иные гидрогеологические условия отмечаются в подзоне Б. В гидродинамическом отношении эта часть разреза гидро-геосфера характеризуется замедленным и весьма замедленным подземным стоком, и естественная разгрузка подземных вод происходит главным образом по зонам тектонических нарушений. Поэтому значительно уменьшается влияние на режим подземных вод этой подзоны процессов климатического влагооборота.

В зоне Б распространены подземные воды высокой минерализации и рассолы преимущественно седиментационного, реже ювенильного происхождения. Очень часто подземные воды описываемой подзоны имеют повышенную температуру (иногда аномальную) и довольно интенсивную насыщенность газами (метаном, углеводородами, сероводородом, реже углекислым газом). Нижнюю границу подзоны Б можно провести в пределах интервала глубин от 2—5 до 10 км. Можно предполагать, что в пределах акватории эта подзона охватывает часть площади распространения континентального склона океана.

Завершается разрез верхней части гидро-геосферы глубинной подзоной В. Подземные воды этой подзоны приурочены непосредственно к породам континентального и океанического типов земной коры. Эти воды отличаются высокой минерализацией, плотностью, температурой, большой вязкостью и

газонасыщенностью. Естественная разгрузка подземных вод происходит только по зонам глубинных разломов.

Наиболее активная форма естественной разгрузки подземных вод зоны В отмечается в глубоководных частях Мирового океана, где, как отмечалось выше, в пределах океанической земной коры выявлены аномальные тепловые потоки, гидротермы, а также проявляется неотектоническая активность. Подземные воды подзоны В — преимущественно ювелирного происхождения. В гидрогеологическом отношении подзона В изучена чрезвычайно слабо.

Нижняя зона гидрогеосфера изучена пока только по информации косвенных методов исследований. Очень скучные данные имеются и по экспериментальным лабораторным исследованиям, в которых имитировались близкие к указанным выше термодинамические условия. Поэтому в разрезе нижней зоны не предусматривается выделение подзон. Результаты дальнейших исследований могут позволить более детально рассмотреть структуры нижней зоны. Можно предполагать, что в подкоровых слоях нижней зоны гидрогеосферы при взаимодействии с верхней мантией (с астеносферой) протекают очень сложные процессы, с температурой среды до 700° и более и сверхвысоким давлением. При таких термодинамических условиях с температурой более критической, подземные растворы можно рассматривать как сверхплотные флюиды с плотной упаковкой, сильной минерализацией и внутренней энергией; последние при температурах более 700° должны переходить в газообразное состояние, а вода — диссоциироваться. Авторы придерживаются точки зрения, что астеносфера является активным очагом процессов горизонтального и вертикального движения земной коры. Это предположение дает основание рассматривать нижнюю зону гидрогеосферы как область возможного распространения сверхплотных флюидов, миграция которых в верхние слои (в направления меньших давлений и температур) происходит по глубоким разломам, и в первую очередь по рифтовым тектоническим областям.

Флюиды обычно характеризуют как перегретые и сильно минерализованные и газонасыщенные водные растворы, образующиеся под влиянием дифференциации и последующей дегазации трансмагматических потоков, идущих из мантий. Флюиды можно трактовать как особое агрегатное состояние водных растворов, при котором стирается различие в фазовых особенностях жидкости и пара (по выражению А. П. Виноградова, флюиды — это геологическая плазма).

Таким образом, можно предполагать, что природные растворы в нижней части разреза гидрогеосферы постоянно и непрерывно пополняются со стороны сверхглубинной или эндогенной области питания. Есть предположения, что эти про-

цессы эндогенного питания в историческом разрезе постепенно затухают.

Следует отметить, что проблема формирования сверхплотных флюидов и сложность протекающих процессов по своей природе далеко заходит за рамки интересов только одной гидрографической науки. Эта сложная проблема охватывает интересы ряда наук — собственно геологии, геохимии, физики, термодинамики и др. Очевидно, изучение сложной проблемы формирования флюидов целесообразно проводить комплексно — методом системного анализа. Эти фундаментальные экспериментальные исследования должны проводиться современными техническими средствами. Учитывая это положение, а также гипотетическое построение структуры нижних горизонтов гидрографии, нижнюю ее границу на данной стадии изученности провести очень трудно. Поэтому глубокие части границы гидрографии условно можно провести по нижней границе распространения базальтового слоя земной коры. В дальнейшем эту границу целесообразно уточнить по результатам исследований физического моделирования сверхглубинных процессов.

Как видно из приведенной выше структуры, гидрография имеет четко выраженные прямые и обратные связи с другими сферами нашей планеты: атмосферой, гидросферой и астеносферой. Эти взаимосвязи определяются комплексом постоянно действующих термодинамических, физических, химических и биологических процессов. Эти связи дают также основание рассматривать гидрографию как открытую непрерывно и постоянно развивающуюся материальную систему. Следует также подчеркнуть, что внутри разреза гидрографии также постоянно протекают процессы массо-теплообмена. Именно под влиянием внутрисферных процессов протекают гидратация и дегидратация, серпентинизация или десерпентинизация, в результате которых либо поглощаются, либо освобождаются довольно значительные объемы подземных вод. Эти внутрисферные процессы являются одним из важнейших факторов породообразования и рудообразования.

Как отмечалось, наиболее активно процессы массо-теплообмена проявляются в океаническом разрезе земной коры непосредственно по дну Мирового океана, где отсутствует мощный осадочно-метаморфический слой, близко залегает верхняя мантия и распространены ступенчатые сбросы — рифтовые зоны.

В соответствии с уровнем наших знаний в области гидрографии возникает необходимость уточнить само понятие «гидрографическая наука». Прежде всего подчеркнем, что существующее в настоящее время в нашей литературе определение гидрографии как науки является правильным, но оно не отражает по существу глубокого научного изменения

в содержании гидрогеологии, которое произошло в последний период развития науки. Изложенное выше, а также некоторые соображения авторов, опубликованные в прежних совместных работах (Ланге, Плотников, 1973; Ланге, Плотников, 1977), позволяют дать несколько уточненное определение современной гидрогеологии в следующем виде.

Современная гидрогеология как самостоятельный раздел наук о Земле является естественно-исторической наукой, изучающей историю и процессы формирования гидрогеосферы и ее изменения, происходящие под влиянием техногенных причин.

В связи с таким уточняющим определением и геолого-исторической направленностью современная гидрогеология изучает: 1) историю формирования гидрогеосферы, как функцию внутреннего развития Земли; 2) глобальные процессы массо- и теплопереноса в разрезе гидрогеосферы; 3) происхождение различных типов подземных вод и окружающей среды и формирование их химического состава; 4) условия пространственного распределения подземных вод в вертикальном разрезе земной коры с учетом их фазово-агрегатного состояния; 5) условия взаимодействия гидрогеосферы с гидросферой, атмосферой и астеносферой; 6) закономерности движения различных типов подземных вод в естественных и нарушенных (к инженерным сооружениям) условиях; 7) условия формирования в земной коре ресурсов и месторождений различных типов подземных вод; 8) разрабатывает методы поисков, разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных вод; 9) режим и баланс подземных вод в естественных и нарушенных условиях; 10) роль подземных вод в строительстве различных инженерных сооружений (горнорудном, гидротехническом, мелиоративном и др.); 11) роль подземных вод в формировании окружающей среды, техногенные процессы, приводящие к изменению режима верхней части гидрогеосферы, а также мероприятия по охране геологической среды, загрязненных подземных вод и их истощению на водозаборных участках; 12) гидрохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых; 13) роль гидрогеологических факторов в оценке предвестников землетрясений.

Приведенное выше уточненное содержание довольно полно отражает научное и прикладное содержание современной гидрогеологии, значительно расширяет рамки науки, обогащает науку новыми направлениями, придает ей более глубокие геологические основы планетарного характера; укрепляет общую позицию гидрогеологии в группе наук о Земле, а также ее полную самостоятельность. Предметом современной гидрогеологии, таким образом, является гидрогеосфера. Эту точку зрения в настоящее время посуществу разделяют ряд исследователей страны — Е. В. Пиннекер, Ж. С. Сыды-

ков, С. И. Смирнов и многие другие, называя гидрогоесферу нашей планеты «подземной гидросферой». Очень близкое к указанному выше определению гидрогоеологической науки можно найти в новом учебнике «Общая гидрогоеология» (1977) П. П. Климентова и Г. Я. Богданова.

Таким образом, возникла необходимость изучить условия формирования гидрогоесферы в полном ее объеме, что очень важно не только для решения теоретических задач, но и задач, связанных с требованиями народного хозяйства. По существу, практикой, как главной движущей силой науки, поставлен перед современной гидрогоеологией ряд новых прикладных задач, из которых наиболее важными являются: а) широкое использование в народном хозяйстве природного тепла земной коры, в котором подземные воды выступают как теплоносители — поставщики естественных энергетических ресурсов. В этом направлении термальные подземные воды в будущем будут играть роль одного из основных источников формирования энергетического баланса страны; б) более интенсивное привлечение в промышленности высокоминерализованных подземных вод и рассолов, рассматривая в будущем подземные воды, насыщенные различными полезными компонентами, как один из основных источников дальнейшего развития минерально-сырьевой базы.

Решение этих, а также других задач потребует детально-го изучения условий формирования глубоких частей гидро-сферы, выявления источников эндогенного питания, оценки ресурсов, разработки новых технологических схем извлечения из подземных вод полезных компонентов и обоснование мероприятий по рациональному использованию рассолов. Фундаментальные исследования в этом направлении позволят создать опережающее развитие теоретических разделов современной гидрогоеологии.

ГЛАВА III

СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ. ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Структура современной гидрогеологии. В структуре современной гидрогеологии целесообразно выделить четыре составные части (рис. 1). Рассмотрим содержание каждой выделенной части.

Общетеоретическая часть представляет собой фундаментальную основу гидрогеологической науки. Она охватывает

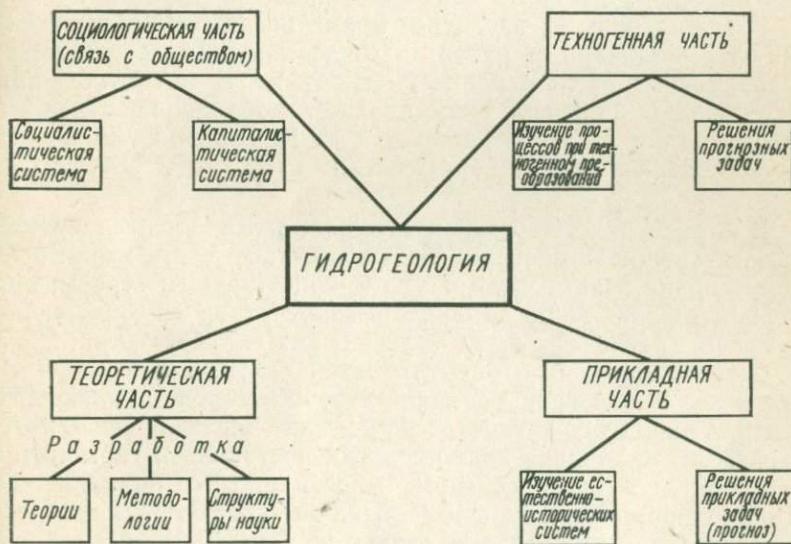


Рис. 1. Составные части современной гидрогеологии

ряд весьма существенных ее разделов, изучающих историю и общие закономерности формирования гидрогоесферы, процессы массо-теплопереноса, условия формирования химического состава и распределения в земной коре различных типов подземных вод, закономерности движения подземных вод в естественных и нарушенных (к инженерным сооружениям) условиях и др.

В общетеоретической части науки важными также являются разделы, в задачу которых входит разработка научных основ и методов проведения различных видов гидрогеологических исследований. Именно эти разделы науки призваны, например, разрабатывать методику разведки и оценки эксплуатационных запасов пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод, методику изучения режима и баланса подземных вод и др.

В общетеоретическую часть науки должны входить также специальные разделы, изучающие историю развития гидрогеологии и совершенствования ее структуры. Значение историзма гидрогеологической науки уже неоднократно подчеркивалось.

История науки — это драгоценный источник сведений о механизме формирования научного процесса и его развития в познании природы. Исходя из этого положения, всякая наука, в том числе гидрогеологическая, есть, прежде всего, наука историческая. На различных этапах развития науки она может несколько изменять свое содержание и структуру.

К сожалению, за последнее время исследования по истории формирования и развития отечественной гидрогеологии проводились в очень ограниченном объеме. В этом отношении заслуживают большего внимания исследования, проведенные профессорами Д. И. Гордеевым и Е. В. Пиннекером, а также исследования члена-корреспондента АН СССР П. Ф. Швейцера.

В структуре современной гидрогеологии целесообразно выделить **социологическую часть науки**. Эта часть характеризует условия взаимосвязи науки с общественным строем; она изучает степень влияния общественного строя на содержание и темпы развития гидрогеологии как науки. Для науки не безразлично, какие общественные силы направляют ее развитие. В условиях социалистического строя и планового ведения народного хозяйства по всем его многочисленным отраслям отечественная гидрогеология постоянно и гармонично развивается в прогрессивном, многоплановом направлении. Именно практика и запросы различных отраслей народного хозяйства в нашей стране являются главной движущей силой, обеспечивающей равномерное всестороннее развитие всех граней гидрогеологической науки.

В этом процессе фундаментальные разделы гидрогеологии должны систематически развиваться с некоторым опережением, с тем, чтобы постоянно создавать необходимые теоретические предпосылки для последующего развития собственно прикладных разделов науки. Теоретические разделы должны опережать запросы практики. Влияние общественно-го социалистического строя на развитие науки принципиально отличает отечественную гидрогеологию по своему содержанию.

нию, уровню развития и многогранности от гидрогеологической науки капиталистических стран. По многим направлениям отечественная гидрогеология находится выше «мирового стандарта», занимая самые передовые позиции науки.

Значительную область гидрогеологии **составляет научно-прикладная часть науки**, призванная постоянно решать весьма разнообразные практические задачи, вытекающие из требований народного хозяйства. Сюда следует отнести такие задачи, как разведка различных типов месторождений подземных вод, гидрогеологическое обоснование различных видов гидротехнического, ирригационного, горного строительства, строительства промышленных объектов и др. Большой комплекс прикладных задач решается на базе выявленных общих гидрогеологических закономерностей, сложившихся в естественно-исторических условиях. Эти закономерности, как известно, изучаются с помощью проведения различных видов гидрогеологических исследований.

Научно-прикладные разделы современной гидрогеологии достаточно успешно развиваются в нашей науке, зарождаясь в недрах требований практики. Так, в последние годы сформировались такие прикладные направления, как поисковая гидрогеохимия, гидрофизика, гидросейсмология и др.

Особенно следует отметить появление новой самостоятельной части **современной науки — техногенной**. На содержании этой части науки необходимо остановиться более подробно. В последнее время все чаще и чаще предметом изучения гидрогеологических исследований в нашей стране и за рубежом является не сама первозданная природа, не исторически сложившиеся естественные природные условия, а гидрогеологические условия, коренным образом преобразованные под влиянием техногенных причин — развития производительных сил общества. Особенность влияния производительных сил на изменение гидрогеологических условий в последние 10—15 лет состоит в том, что оно приобрело региональные масштабы, охватывая огромные административные территории или целые гидрогеологические области. При этом техногенное преобразование происходит не только по площади, но и в глубину, захватывая, например, при осушении горных разработок на месторождениях полезных ископаемых глубины 800—1200—1500 м.

Так, например, на площади республик Средней Азии, расположенных в бассейне Аральского моря, под влиянием крупного и значительного по объему гидротехнического, ирригационного, мелиоративного строительства, осушение большой группы месторождений полезных ископаемых, а также интенсивного отбора подземных вод на водозаборных участках произошло глубокое изменение физико-географических, ландшафтных, гидрогеологических и инженерно-геологических ус-

ловий. В самом деле, под влиянием каскада водохранилищ коренным образом нарушен поверхностный и подземный сток в бассейнах двух крупных рек — Сырдарьи, Амудары и их притоков — Зеравшан, Чирчик, Ангрен и др. В результате крупного строительства большого комплекса ирригационных каналов на площади среднеазиатских республик по существу создана новая густая искусственная речная сеть, имеющая свой режим стока и оказывающая свое существенное влияние на преобразование общих гидрогеологических условий на площади всего крупного региона. Искусственное орошение земель на весьма значительной площади с применением различных ядохимикатов существенно повлияло на гидрохимический режим подземных вод. Во многих районах Средней Азии под влиянием интенсивной водохозяйственной деятельности сформировались новые водоносные горизонты, значительно уменьшилась мощность зоны аэрации, произошло усиление питания подземных вод первого от поверхности горизонта, заболоченность территории, вторичное засоление почв, подтопление городов и других населенных пунктов, оказавшихся в зоне влияния орошения.

Таким образом, в равнинных и степных частях среднеазиатских республик (и в некоторых горных районах) под влиянием развития производительных сил общества произошло коренное изменение естественных гидрогеологических и тесно связанных с ними инженерно-геологических условий.

Преобразованные природные условия имеют свои, искусственно созданные общие закономерности формирования и развития необратимых техногенных процессов, определяющих качество изменений геологической среды для экологии, прежде всего, человека.

Аналогичные коренные изменения естественных гидрогеологических и инженерно-геологических условий происходят и в бассейнах рек Волги, Днепра под влиянием эксплуатации каскада крупных равнинных водохранилищ, ирригационных каналов и значительных площадей нового орошения.

Таким образом, во всех перечисленных выше крупных регионах, а также в других районах СССР предметом гидрогеологических исследований является изучение закономерностей измененных, так называемых техногенных условий с целью обоснования защитных мероприятий по охране окружающей и, следовательно, геологической среды. Все это и предопределило формирование в составе структуры современной гидрогеологии нового раздела — техногенной гидрогеологии. Последняя, следовательно, изучает процессы коренного преобразования естественно-исторических гидрогеологических и инженерно-геологических условий, возникающих под влиянием развития производительных сил, оценивает их влияние на изменение режима верхней части разреза гидрогеосфера,

а также разрабатывает мероприятия по защите геологической среды от отрицательного воздействия техногенных процессов. Мероприятия эти направлены на обогащение геологической среды для успешного развития биосферы.

Именно под влиянием запросов практики во многих ведомствах, вузах и научно-исследовательских институтах нашей страны в последние годы были созданы новые научные подразделения с целью разработки теоретических и методических основ техногенной гидрогеологии и методов прогнозной оценки техногенных процессов, направленных на охрану окружающей среды (отделы и лаборатории в научно-исследовательских ведомственных институтах страны, Проблемная лаборатория по охране геологической среды в МГУ и др.).

Следует отметить, что выделение в самостоятельную техногенную часть гидрогеологической науки является до некоторой степени условным. Выделяя техногенную часть науки, авторам хотелось подчеркнуть новизну этого направления, некоторые особенности формирования техногенных процессов и методы их изучения. По мере дальнейшего интенсивного развития народного хозяйства преобразование гидрогеологических и инженерно-геологических условий будет все больше и больше охватывать новые крупные территории нашей страны. Так, например, осуществление проекта переброски части поверхностного стока сибирских рек в бассейн Аральского моря приведет к коренным изменениям природной среды на огромной территории Сибири, Казахстана и в степной зоне республик Средней Азии. Завершение строительства БАМа и народнохозяйственное освоение прилегающей к магистрали территории также приведет к значительному нарушению природного динамического равновесия. Все это приведет к необходимости изучения на этой территории техногенных преобразований природы.

Таким образом, исследования по техногенному направлению с каждым годом будут расти и расширяться и, в конце концов, займут ведущее место в современной гидрогеологической науке.

Прямые связи современной гидрогеологии с другими науками. Гидрогеология по своему содержанию является наукой комплексной. Уже в период ее зарождения, и тем более в стадии дальнейшего развития, гидрогеология укреплялась на базе активной формы связи с фундаментальными, смежными, и в первую очередь геологическими, науками. Широко использовались достижения техники. В связи с этим целесообразно напомнить, что гидрогеология — одна из первых наук о Земле, которая широко использует математические методы исследований. На современном этапе своего развития гидрогеология укрепила связи с фундаментальными и смежными науками.

Рассмотрим содержание наиболее важных форм связей гидрогеологии с другими науками. На циклограмме (рис. 2) приведена схема прямых связей гидрогеологии с фундаментальными, геологическими и смежными науками.

Прежде всего, целесообразно подчеркнуть укрепление связи гидрогеологии с геологическими науками. Используя все

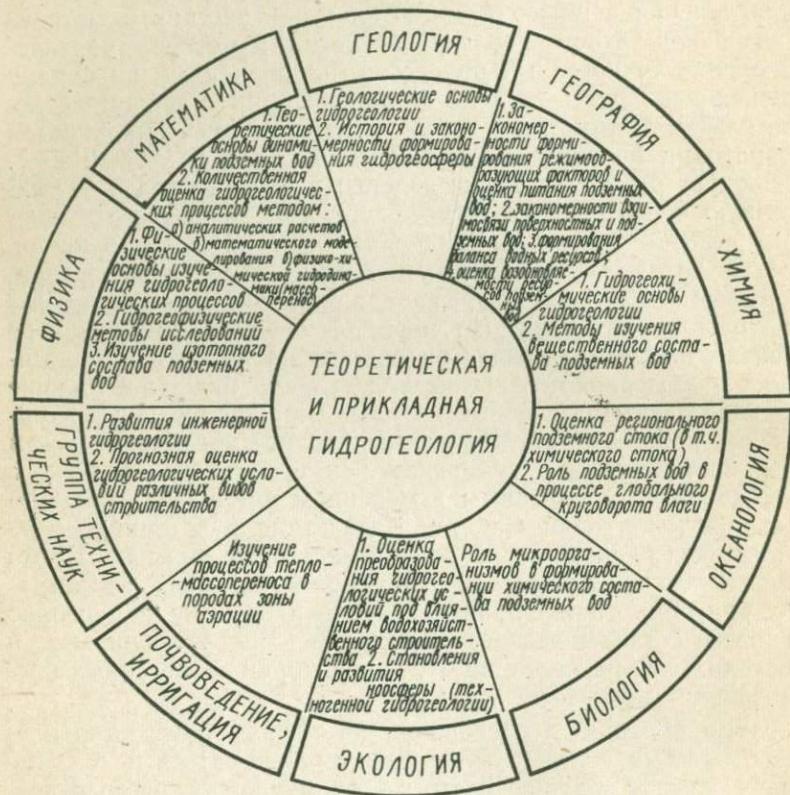


Рис. 2. Прямые связи гидрогеологии с другими науками (составил Н. И. Плотников)

современные достижения большой группы геологических наук, гидрогеология значительно углубила свои геологические основы; как отмечалось, в ней зародилось новое очень важное направление — планетарная гидрогеология. Именно благодаря глубоким связям с геологией гидрогеология в настоящее время располагает необходимой информацией, чтобы начать комплексные исследования по изучению важнейшей проблемы — истории и закономерностей формирования гидроэосферы, рассматривая последнюю как функцию внутрен-

него развития нашей планеты. Гидрогеология, благодаря углубленным прямым связям с геологическими науками, расширила рамки своих исследований таких разделов, как палеогидрогеология, региональная гидротектоника, а также учение о механизме глубинного подземного стока, в котором значительная роль принадлежит крупным тектоническим нарушениям и рифтовым зонам.

Таким образом, всесторонние прямые связи с геологией укрепили общую позицию современной гидрогеологии, как одной из основных наук о Земле.

Существенное влияние на развитие современной гидрогеологии оказывают ее тесные связи с фундаментальными науками. На базе математических методов исследований гидрогеологии созданы теоретические основы динамики подземных вод и количественная оценка различных гидрогеологических процессов.

Принципиально новым на современном этапе является внедрение в теорию и практику гидрогеологии методов математической физики и современных технических средств — АВМ и ЭЦВМ для решения задач в области количественной оценки процессов.

Теоретические основы математической физики, в том числе теории теплопроводности, и современные электронные аналоговые, цифровые и гибридные машины позволяют на качественно новом уровне решать целый комплекс очень сложных гидрогеологических задач, прежде совершенно недоступных для изучения с помощью только аналитических методов расчетов. В связи с этим следует подчеркнуть, что современные математические методы моделирования позволяют обеспечивать высокую эффективность и достоверность гидрогеологических исследований в самых различных направлениях и, прежде всего, в области разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных вод. Можно без преувеличения отметить, что внедрение в практику математических методов моделирования обеспечило высокий технический прогресс в области разведочной гидрогеологии.

Повышение достоверности исследований при решении прогнозных гидрогеологических задач обеспечивается тем, что при моделировании более полно учитывается фильтрационная неоднородность водоносного горизонта, сложность граничных условий фильтрационного потока в плане и в разрезе. Математическое моделирование, таким образом, позволяет решать гидрогеологические задачи с наиболее полным учетом природных условий и факторов, действующих на режим фильтрационного потока. В настоящее время решение гидрогеологических задач на АВМ и ЭЦВМ широко внедрено в теорию и практику региональной, разведочной, мелиоративной и инженерной гидрогеологии.

Большое преимущество применения современных аналоговых и цифровых электронных машин в гидрогеологии состоит еще и в том, что с их помощью можно решать многовариантные задачи по изучению структуры фильтрационного потока, прогнозной оценки нарушенных гидрогеологических условий не только на площади отдельных месторождений подземных вод или оросительных систем, но и в региональном плане. Это важное методическое положение позволяет произвести выбор наиболее оптимальных вариантов решения прикладных очень сложных задач.

Большое значение в современной гидрогеологии имеют разработанные в настоящее время теоретические основы физико-химической гидрогеодинамики, позволяющие количественно оценивать процессы массопереноса в подземных водах.

Таким образом, укрепление связи гидрогеологии с современными математическими методами обеспечило развитие высокого теоретического и прикладного уровня отечественной гидрогеологии. Математические методы в гидрогеологии позволяют в дальнейшем разработать автоматизированную систему управления всеми видами большого комплекса гидрогеологических работ — «АСУ-гидрогеология».

Начало решения этой важнейшей комплексной задачи в области прикладной гидрогеологии уже положено. Под руководством института ВСЕГИНГЕО в настоящее время внедряется в практику автоматизированная информационно-поисковая система учета, хранения и обработки массовой гидрогеологической информации по изучению режима подземных вод, так называемая система «АИПС-режим».

Накопленный опыт работ в указанном направлении показывает, что в дальнейшем целесообразно в гидрогеологии создать единую постоянно действующую автоматизированную систему накопления, хранения и обработки массовой информации по всем основным видам исследований. Такая единая система «АИПС-гидрогеология» позволит обеспечить быструю обработку и обмен гидрогеологической информации в самых различных направлениях, что, несомненно, повысит общую эффективность работ. В настоящее время разрабатывается АИПС нового Государственного кадастра поверхностных и подземных вод. Общий Государственный водный кадастр может быть положен в основу управления водным хозяйством нашей страны. Разработка методики и внедрение в практику программы «АСУ-гидрогеология», несомненно, позволит поднять научно-технический прогресс в современной гидрогеологии на новый уровень.

Укрепились научные связи гидрогеологии с современной физикой. Внедрение в теорию и практику гидрогеологических исследований достижений этой фундаментальной науки обес-

печило дальнейшее развитие физических основ изучения гидрогеологических процессов.

В этом отношении достигнуты определенные успехи, а также в применении вспомогательных, но весьма важных гидрофизических методов исследований при картировании, поисках и разведке подземных вод, в мелиоративной гидро-геологии, изучении фильтрационных свойств горных пород и др. Практика показывает, что выбор и применение рационального комплекса гидрофизических исследований в значительной степени повышают эффективность самых разнообразных гидрогеологических работ, не снижая их достоверности.

Учитывая важность геофизических исследований в производстве гидрогеологических и инженерно-геологических работ, на геологическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова введена новая специализация с целью подготовки молодых специалистов по профилю — гидрофизические методы исследований. Внедрение современных теоретических основ физики оказало свое влияние на формирование в гидро-геологии нового направления — изучения изотопного состава подземных вод.

Изучение закономерностей распределения в подземных водах стабильных и радиоактивных изотопов позволяет выявить общие условия формирования различных типов подземных вод, уточнить генезис и определить относительный их возраст. Решение таких задач является особенно важным при изучении подземных вод глубоких структурных горизонтов. Исследования изотопного состава дают возможность оценить характер и степень взаимосвязи поверхностных и подземных вод, а также взаимодействие между водоносными горизонтами. Нет сомнения в том, что дальнейшее внедрение в теорию и практику гидро-геологии изотопных методов изучения подземных вод позволит решать принципиально новые задачи, такие, например, как определение абсолютного возраста подземных вод и др.

Укрепились в настоящее время традиционные научные связи гидро-геологии с химией. В результате произошло дальнейшее развитие гидро-химических основ современной гидро-геологии и оформился новый раздел — поисковая гидро-химия.

Внедрение в практику современной гидро-геологии новых технических средств — атомно-абсорбционных спектрометров и других приборов, основанных на принципах физической химии, позволило внедрить в практику новые методы изучения вещественного состава подземных вод. Сущность новых спектрометрических исследований состоит в том, что с их помощью можно скоростными методами определять не только традиционные шесть компонентов, но и значительно большее

количество элементов, содержащихся в подземных водах. Результаты массового определения многокомпонентного химического состава могут позволить несколько по-иному подойти к классификации подземных вод по этому признаку.

Расширились и углубились научные связи гидрогеологии с географической наукой. Это позволяет более достоверно выявлять закономерности формирования режимообразующих факторов подземных вод неглубокого залегания и оценивать их питание за счет инфильтрации атмосферных осадков. Данные гидрогеологических исследований помогают выявить общие закономерности взаимосвязи поверхностных и подземных вод, оценить величину подземного стока и его значение в общем водном балансе. Как известно, в совокупности с географическими данными в гидрогеологии развивается теория горизонтальной зональности грунтовых вод.

В последние годы возникла необходимость использовать связи гидрогеологии с такими науками, как океанология и экология. В области океанологии и геологии моря, как уже отмечалось, целесообразно было бы использовать новейшую информацию для оценки общих гидрогеологических условий дна Мирового океана, регионального подземного стока со стороны суши, в том числе химического стока. Пока эта информация для дальнейшего развития весьма важного раздела гидрогеологической науки — гидрогеологии океана — используется не в полном объеме. Можно предполагать, что в ближайшее время под влиянием запросов практики гидрогеологические исследования дна океана и морских побережий займут свое достойное место в гидрогеологии в виде самостоятельного раздела.

В последние годы начали формироваться научные связи гидрогеологии с экологической наукой. В современную эпоху научно-технической революции экология по существу своего содержания стала наукой, изучающей процессы в естественных и нарушенных условиях. В первую очередь при этой взаимосвязи изучаются условия взаимодействия человека с окружающей средой. В связи с глобальными масштабами изменения оптимального режима окружающей среды и отрицательными на нее воздействиями техногенных процессов возникла, как отмечалось, общенациональная проблема современной экологии — охрана и защита окружающей среды обитания человека и биосфера в целом. В этой экологической проблеме значительная роль принадлежит подземным водам, как одной из планетарных функций, формирующих оптимальный режим природной среды.

Если рассматривать влияние эксплуатации водохозяйственных объектов на окружающую человека природу, то при этом возникает частная проблема — охрана и защита геологической среды, где подземные воды и вмещающие их гор-

ные породы являются ведущим фактором в прогнозной оценке техногенных ее изменений. Проблема — охрана и защита геологической среды хотя и является частной, однако имеет большое народнохозяйственное значение, так как техногенные процессы оказывают свое влияние на изменение также других компонентов биосферы.

В решении этих двух тесно увязанных новых проблем в гидрогеологии и оформились ее связи с экологической наукой. В связи с этим в современной гидрогеологии, как уже указывалось, зародилось новое направление — техногенная гидрогеология. В дальнейшем, по мере накопления опыта и возрастания требований практики, связи с экологией будут укрепляться и содержание техногенной гидрогеологии расширяться и углубляться.

Обратные связи гидрогеологии с другими науками. В общей оценке рассматриваемой науки важно также выявить обратные связи гидрогеологии с другими дисциплинами. Обратные связи, как известно, характеризуют степень влияния гидрогеологии на развитие других наук, и прежде всего наук геологического цикла.

На схеме (рис. 3) приведен далеко не полный перечень обратных связей гидрогеологии с другими науками.

Как видно из приведенной схемы, большая группа из цикла геологических наук, а также география и экология на базе обратных связей с гидрогеологией широко используют ее теоретические положения, а также новейшую гидрогеологическую информацию для решения ряда методических вопросов. В этом отношении большой интерес представляет, например, оценка роли подземных вод в процессах рудообразования, которая учитывается в общей теории образования рудных месторождений. Широко используются в поисковой геологии гидрогеологические основы (теория и методы) гидрохимических и радиогидрогеологических методов поисков рудных месторождений.

Не менее важное значение имеют обратные связи гидрогеологии с общей геологией. Геологическая наука использует гидрогеологические данные для разработки общей теории пордообразования и образования земной коры в целом. Современная теория литогенеза тесным образом связана с оценкой геологической роли подземных вод.

Ряд геологических процессов планетарного масштаба очень трудно объяснить без учета роли подземных вод, например процессы гранитизации, серпентинизации и др.

В инженерной геологии гидрогеологические данные являются одним из основополагающих факторов в общей теории формирования геодинамических процессов и процессов вторичной консолидации осушенных рыхлых пород.

На стыке двух наук — гидрогеологии и инженерной геологии — в настоящее время сформировалось новое направление — гидрогеомеханика, изучающая процессы деформации рыхлых горных пород, протекающих под влиянием подземных вод.

Очень важными являются обратные связи гидрогеологии с экологией. Экология, как следует из основных ее теоретических положений, рассматривает окружающую среду как много-

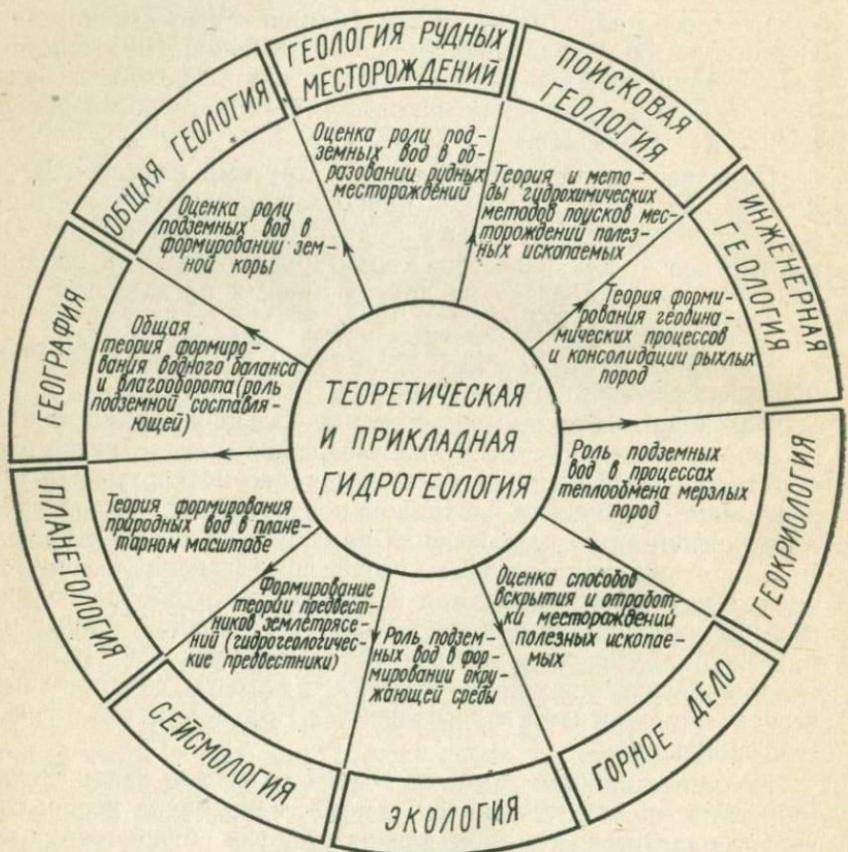


Рис. 3. Обратные связи гидрогеологии с другими науками (составил Н. И. Плотников)

гокомпонентную материальную систему, в которой подземные воды и горные породы имеют существенное значение. Поэтому экология использует гидрогеологическую информацию для разработки общей теории формирования окружающей среды, а также теории прогноза техногенных ее изменений.

Таблица 4

Основные разделы современной гидрогеологии

Основные научные направления	Основные разделы	Основное содержание
I. Общетеоретическое (фундаментальное)	1. Общетеоретическая фундаментальная часть гидрогеологии	Разработка основных общетеоретических положений гидрогеологии и методов исследований
	2. Планетарная гидрогеология	Изучение истории и процессов формирования гидрогоесферы
	3. Палеогидрогеология	Изучение истории и процессов формирования и распространения в гидрогоесфере различных типов подземных вод
	4. Гидрогеодинамика	Изучение закономерности движения подземных вод в естественных и нарушенных условиях, а также процессов тепло-массопереноса в подземных водах
	5. Гидрогеохимия	Изучение условий и закономерностей формирования химического состава различных типов подземных вод, процессов миграции в них вещественного состава; разработка теоретических основ гидрогеологических методов поисков месторождений полезных ископаемых
	6. Гидрогеотермия	Изучение условий и процессов формирования термальных подземных вод и методов их исследований
	7. Учение о режиме и балансе подземных вод	Изучение процессов изменения в пространстве и времени основных элементов подземных вод — уровня, температуры, химического состава, расхода

Основные научные направления	Основные разделы	Основное содержание
II. Гидрологическое	1. Учение о подземном стоке	Изучение процессов формирования стока подземных вод, возобновляемых их естественных ресурсов, оценки их роли в общем водном балансе, а также форм взаимосвязи подземных и поверхностных вод
	2. Учение о географической зональности подземных вод	Изучение процессов формирования географической зональности грунтовых вод
III. Прикладное (научно-прикладное)	1. Региональная гидрогеология	Изучение общих закономерностей формирования различных типов подземных вод на площади отдельных регионов, а также разработка методических основ съемок различных масштабов с целью решения различных прикладных задач
	2. Разведочная гидрогеология	Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод
	3. Инженерная гидрогеология	Оценка гидрогеологических условий строительства и эксплуатации различных видов строительства: гидротехнического, ирригационно-транспортного и др. сооружений
	4. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых	Изучение месторождений полезных ископаемых (рудных, угольных, нефтяных и др.) с целью оценки гидрогеологических условий промышленной их отработки

Основные научные направления	Основные разделы	Основное содержание
III. Прикладное (научно-прикладное)	5. Мелиоративная гидрогеология	Гидрогеологическое обоснование проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем (орошения и осушения земель)
	6. Поисковая гидрохимия	Поиски месторождений полезных ископаемых гидрогеологическими методами
	7. Радиогидрогеология	Поиски месторождений радиоактивных руд гидрогеологическими методами
	8. Техногенная гидрогеология	Изучение и прогнозная оценка техногенных процессов с целью охраны и защиты окружающей (в том числе геологической) среды
	9. Гидрогеосейсмология	Изучение гидрогеологических признаков как предвестников землетрясений (прогнозная оценка)
	10. Гидрофизика	Приложение геофизических методов исследований для целей гидрогеологии

Не имея возможности полностью охарактеризовать все формы обратной связи гидрогеологии с другими науками, которые приведены на схеме, отметим одну очень важную особенность обратных связей. Как видно из краткого изложения, современная гидрогеология в общей сложности оказывает довольно существенное влияние на развитие ряда

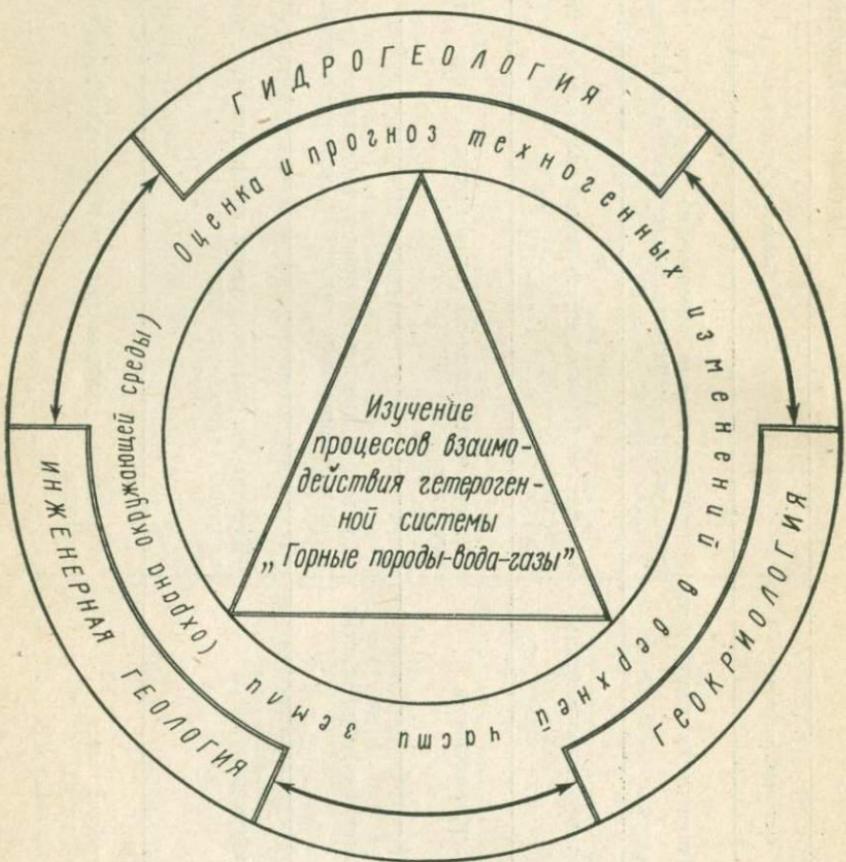


Рис. 4. Взаимосвязь группы наук (составил Н. И. Плотников)

геологических, а также смежных наук. Это очень важное научное положение позволяет отметить, что современная гидрогеология приобретает элементы фундаментальности.

В заключение краткой характеристики структуры гидрогеологической науки и ее содержания приведем основные ее разделы в соответствии с тремя исторически сложившимися направлениями (табл. 4), а также схему взаимосвязи трех смежных наук (рис. 4).

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Охарактеризовать в полном объеме основные пути дальнейшего развития современной гидрогеологии очень сложно. Для этого потребуется выполнить в большом объеме специальные исследования. Учитывая это обстоятельство, в настоящей главе кратко излагаются только основные тенденции дальнейшего развития современной гидрогеологии. Эти тенденции характеризуются наиболее важными проблемами как в области общетеоретических, так и в области прикладных исследований.

Краткое изложение содержания наиболее важных проблем может осветить пути дальнейшего развития такой отрасли знаний, как гидрогеологическая наука.

В области общетеоретического направления могут быть намечены следующие проблемные исследования. Основной фундаментальной проблемой современной гидрогеологии является разработка общей теории формирования гидрогеосферы и ее изменения под влиянием техногенных процессов (гидрогеосфера рассматривается как функция внутреннего развития Земли). Изучение эволюции гидрогеосферы, глобальных процессов массо-теплопереноса, протекающих в ней, строение подземной части водной оболочки Земли позволит установить условия формирования различных типов подземных вод, основные закономерности их распределения в земной коре, более конкретно осветить роль подземных вод в породообразовании и рудообразовании и в целом земной коры. По своему направлению и содержанию эту проблему следует рассматривать как дальнейшую разработку на новом теоретическом уровне проблемы формирования подземных вод, выдвинутой в свое время академиком Ф. П. Саваренским.

Как уже отмечалось, эта фундаментальная проблема является комплексной и емкой. Она состоит из целого ряда связанных между собой разделов и охватывает все грани современной науки — гидрогеологии. Поэтому исследования по проблеме целесообразно организовать одновременно в коллективах крупных научно-исследовательских институтов, вузах страны и в производственных организациях. Важным

разделом рассматриваемой проблемы являются лабораторные экспериментальные исследования с использованием современных технических средств, позволяющих провести физическое моделирование в широких масштабах сложных процессов взаимодействия горных пород и подземных вод в имитированных условиях больших глубин и высоких температур. Физическое моделирование процессов в различных термодинамических условиях может позволить изучить фазово-агрегатное состояние подземных вод, что очень важно для изучения общего строения гидрогеосферы и ее связи с веществом верхней мантии.

Большое значение в этой проблеме будет иметь специальный раздел, посвященный всестороннему обобщению бесценных гидрогеологических материалов скважин глубокого бурения на нефть и газ, пройденных в самых различных геолого-структурных условиях.

Напомним, что в последние годы не только увеличился общий объем глубокого бурения скважин (у нас в стране и за рубежом), но и увеличилась средняя глубина скважин. Не только в нашей стране, но и в других странах мира в настоящее время осуществляется бурение структурных и параметрических скважин глубиной до 12—15 км. Производится в большом объеме бурение глубоких скважин и в районах акватории.

Обобщение и анализ гидрогеологических материалов по скважинам глубокого бурения, характеризующих гидродинамические, гидрохимические условия, газовый, органический и поликомпонентный состав подземных вод глубоких водоносных горизонтов (главным образом, рудных и нерудных элементов), позволит в значительной степени уточнить строение гидрогеосферы непосредственно по фактическим данным, что очень важно для достоверности теоретических построений. Напомним, что эти теоретические положения имеют исключительно важное практическое значение. В процессе теоретического обобщения гидрогеологических материалов глубокого бурения очень важно использовать данные зарубежных стран с тем, чтобы анализ материалов позволил охарактеризовать строение глубоких водоносных горизонтов в планетарном разрезе. Обобщение гидрогеологических материалов в указанном направлении, а также гидрогеологических материалов по опыту эксплуатации глубоко залегающих месторождений промышленных подземных вод может пролить свет о возможном глубинном питании минерализованных подземных вод глубоких структурных горизонтов по зонам тектонических нарушений и, прежде всего, по рифтовым зонам суши.

Для некоторых регионов в настоящее время высказывается предположение о ювелирном питании подземных вод глубоких водоносных горизонтов и естественной их разгрузке по

рифтовым зонам (Мертвое море и Красное море на Ближнем Востоке и др.).

Особое место в общетеоретической фундаментальной проблеме должны занять гидрогеологические исследования морского дна и Мирового океана. В третьей главе неоднократно подчеркивалось значение этих исследований для изучения общего строения гидрогеосферы, имея при этом в виду, что моря и океаны занимают 70% площади нашей планеты. Дно океана характеризуется отличительными от суши геолого-структурными условиями, которые предопределяют и соответствующую гидрогеологическую обстановку.

К сожалению, в нашей стране планомерные и систематические исследования по изучению гидрогеологии морского дна и дна Мирового океана не проводятся, что, несомненно, снижает общий теоретический уровень современной гидрогеологической науки. Между тем, в нашей стране ежегодно проводятся специальные геологические, геофизические и океанологические исследования по внутренней и международной программе в области комплексного изучения морей и океанов, в том числе бурение скважин с самоходных судов — буровых установок. В этой комплексной программе исследования в области гидрогеологии проводятся не систематически. Целесообразно включить в общую комплексную программу изучения Мирового океана специальный раздел, посвященный гидрогеологическим исследованиям. Это позволит проводить исследования по морской гидрогеологии планомерно и систематически.

Большое значение для успешного решения комплексной проблемы будут иметь специальные исследования по изучению условий формирования химического состава различных типов подземных вод, гидрохимической вертикальной зональности и генезиса широко распространенных в глубоких горизонтах гидрогеосферы хлор-кальциевых рассолов. Как известно из имеющихся публикаций, по всем перечисленным гидрохимическим разделам проблемы пока нет единого мнения среди ученых нашей страны, что и указывает на весьма сложное их содержание.

В большом комплексе гидрохимических исследований крайне необходимо широко использовать современную аппаратуру, построенную на базе физической химии. Это позволит изучать вещественный состав подземных вод в большом диапазоне определений макро- и микрокомпонентов. Полученные таким образом новые данные могут в значительной степени поднять теоретический уровень гидрохимических исследований.

В гидрохимических разделах весьма важно также изучить степень влияния газового фактора на формирование химического состава различных типов подземных вод. В этом

отношении интересные данные были получены при изучении некоторых месторождений углекислых подземных вод, распространенных в верхних горизонтах гидрогоесферы. Процессы взаимодействия агрессивного углекислого газа глубинного происхождения с пластовыми водами и вмещающими горными породами придают подземным водам лечебные свойства и обуславливают формирование их месторождений с различным химическим составом.

В рамках общей проблемы необходимо продолжить систематическое и целенаправленное изучение изотопного состава подземных вод различных структурных горизонтов, начиная от верхних частей разреза гидрогоесферы и до доступных глубин, вскрытых буровыми скважинами. Такие систематические и целенаправленные исследования по изучению изотопного состава подземных вод в целом по разрезу доступных глубин гидрогоесферы в нашей стране не проводились. Между тем, их результаты в совокупности с другой важной гидрогоеологической информацией могут внести существенный вклад в изучение истории формирования подземной части водной оболочки Земли. В свете такого направления изучения изотопного состава подземных вод очень важно продолжить разработки по дальнейшему совершенствованию технических средств и методики лабораторных определений, а также методики расшифровки и интерпретации результатов исследований.

Гидрогоесфера, как уже говорилось, как многокомпонентная система, включает такую ее составную часть, как органические вещества. Академик В. И. Вернадский, рассматривая в своих научных трудах геологическую сущность биосферы, неоднократно подчеркивал большую роль живых организмов в формировании химического состава подземных вод. Между тем, в исследованиях мало обращается внимания на изучение органического вещества, содержащегося в подземных водах, и его влияние на химический состав. Исследования, выполненные М. Е. Альтовским и В. М. Швец, подтверждают этот вывод. Естественно, что эти исследования важны только для верхней части разреза гидрогоесферы. Тем не менее изучение органического вещества в подземных водах должно стать составной частью общей рассматриваемой проблемы.

Принципиально важным разделом общей проблемы является изучение процессов переноса вещества и тепла в гидрогоесфере и их количественная оценка. Процессы эти по своему содержанию обусловливают фазовые переходы вещества, характеризуют изменяющийся во времени и пространстве вещественный состав подземных вод, а также роль в этих процессах тепловой энергии Земли. Ряд исследователей (С. И. Смирнов, В. И. Лялько и др.) справедливо подчерки-

вают, что сложные геолого-гидрологические и теплофизические процессы переноса вещества и энергии в разрезе гидро-геосферы целесообразно изучать методами термодинамики. В этих методах могут быть объединены теоретические положения гравитационной фильтрации потока подземных вод, физико-химической гидродинамики и теплопроводности. Таким образом, с помощью методов термодинамики можно описать и количественно оценить процессы массо-теплопереноса для различных условий гидрогоесферы. Такие исследования в региональном плане были частично выполнены В. И. Лялько по площади юго-западной части Русской платформы.

Результаты изучения подземных вод как энергетического фактора и процессов массопереноса в неразрывной связи с историей образования и развития земной коры могут быть использованы для дальнейшей разработки общей теории происхождения различных генетических типов подземных вод, породообразования и рудообразования. Исследования в области глобальных процессов массо-теплообмена позволяют также изучить процессы взаимодействия, протекающие на внешней границе системы «гидрогоесфера — гидросфера — атмосфера». Процессы взаимодействия гидросферы с внешней средой имеют большое значение для оценки условий формирования возобновляемых и неистощаемых ресурсов пресных подземных вод — основного богатства недр для развития производительных сил нашей страны. В этом направлении целесообразно использовать также опыт математического моделирования процессов взаимодействия системы «атмосфера — гидросфера», накопленный в Главном управлении гидрометеослужбы СССР. В настоящее время для двух указанных сфер разработана численная математическая модель, которую можно в дальнейшем преобразовать для трехсферной системы взаимодействия.

Как уже отмечалось, гидрогоесфера имеет трехчленное геологическое строение. В пределах верхней части разреза — в осадочной и осадочно-метаморфической толщах пород — формируются артезианские бассейны платформенного типа. Известно, что к платформенным артезианским бассейнам приурочено широкое распространение пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод. Ресурсы этих типов подземных вод являются значительными и имеют большое значение для практики и широко используются в самых различных отраслях народного хозяйства. Несмотря на это, до сих пор не разработана в законченном виде теория формирования артезианских бассейнов платформенного типа. В этом направлении много сделано трудами большой группы ученых: Н. К. Игнатовичем, Н. И. Толстыхиным, И. К. Зайцевым, Г. В. Богомоловым, Н. А. Плотниковым и др. Однако в опубликованных монографиях освещаются главным образом

отдельные аспекты теории, либо условия формирования артезианских бассейнов отдельных регионов.

Необходимо, таким образом, создание обобщенной научной теории, которая объясняла бы основные процессы, условия формирования артезианских бассейнов платформенного типа, гидрогеологические связи водовмещающих осадочных толщ с подстилающими породами гранитного слоя земной коры, а также региональные гидродинамические и гидрогеохимические закономерности и аномалии, в том числе роль глубинных разломов в формировании динамики потока и ресурсов подземных вод. Важно также изучить связи артезианских бассейнов платформенного типа с историей развития гидрогеосферы. Таким образом, теория формирования артезианских бассейнов имеет исключительное теоретическое и практическое значение, и ее разработка должна войти самостоятельным разделом в историю развития гидрогеосферы.

Нет сомнения в том, что при разработке общей теории образования и истории развития гидрогеосферы целесообразно широко использовать во всех разделах программы результаты космических исследований природных ресурсов нашей планеты, выполненных советскими и американскими космонавтами. Имеющиеся публикации показывают, что результаты космических исследований несут в себе очень ценную и незаменимую геологическую, геолого-структурную и гидрогеологическую информацию в планетарном масштабе, что и является очень важным для теоретических разработок. Наибольшую ценность в этом отношении представляют дистанционные фотоснимки дна морей и океанов, труднодоступных для исследования другими методами. На космических снимках отчетливо можно проследить геоморфологию морского дна, условия сопряжения с сушей; при внимательном дешифрировании можно выделить крупные тектонические нарушения и другие геологические и гидрогеологические факторы.

Очень важную гидрогеологическую информацию в региональном плане можно извлечь и из космических снимков пространства суши. Можно предполагать, что дальнейшие исследования природных условий нашей планеты из космоса, которые планомерно осуществляются в нашей стране, внесут существенный вклад в изучение гидрогеосферы.

Можно было бы продолжить краткую характеристику основных научных разделов фундаментальной стратегической проблемы — изучения истории формирования гидрогеосферы, однако из приведенного выше достаточно ясно определяется многогранность содержания и ее значения для дальнейшего теоретического развития отечественной гидрогеологии.

Вместе с этим видна и сложность выполнения исследований как по отдельным разделам, так и в общем по проблеме. Исследования по проблеме в связи с этим потребуют постоян-

ной и систематической координации между ведущими в нашей стране научно-исследовательскими организациями и вузами страны.

Большим, вполне самостоятельным разделом общих исследований, но уже тактического плана, является очень важная новая социальная проблема современной гидрогеологии — разработка теории и методов прогнозной оценки нарушенного регионального режима верхней части гидрографии, вызванного техногенными процессами в связи с комплексным хозяйственным освоением новых или интенсификацией освоенных крупных территорий. Эта проблема, определяющая развитие техногенной гидрогеологии, является комплексной и по своему содержанию охватывает почти все разделы современной прикладной гидрогеологической науки. Поэтому целесообразно рассмотреть ее более подробно. Интенсивное развитие производительных сил нашей страны требует научно обоснованного прогноза гидрогеологических и инженерно-геологических условий на площади эксплуатации крупных сооружений в связи с охраной окружающей среды. Охрана окружающей среды по своему содержанию является экологической проблемой. Решение ее требует комплексного подхода с привлечением большой группы наук — экологии, биологии, почвоведения, мелиорации, географии (вместе с гидрологией), климатологии, геологии, гидрогеологии и др. Роль гидрогеологии в этой комплексной проблеме сводится к подготовке достоверной информации для выбора и прогнозной оценки оптимального режима окружающей среды в связи с влиянием на среду производительных сил страны. Однако есть такие отрасли народного хозяйства, которые оказывают свое существенное влияние на коренное изменение собственно геологической среды, являющейся составной и неотъемлемой частью окружающей среды. К таким отраслям народного хозяйства можно отнести разнообразную водохозяйственную деятельность: эксплуатацию осушительных и обводнительных гидротехнических, мелиоративных, ирригационных, горнотехнических, водозаборных и других сооружений. Длительная эксплуатация водохозяйственных объектов всегда приводит к коренному изменению инженерно-геологических и гидрогеологических условий. При этом подземные воды и вмещающие их горные породы следует рассматривать как один из основных элементов геологической среды. При эксплуатации водохозяйственных объектов всегда проявляются так называемые техногенные процессы: вторичное засоление почв на орошаемых землях, заболоченность территории, подпор грунтовых вод в зоне влияния водохранилищ, загрязнение подземных вод, вторичная консолидация осущенных рыхлых пород и деформация поверхности и поверхностных сооружений при интенсивном осушении горных разработок,

эрозия переосушенных почв, суффозионно-карстовые процессы при понижении уровня трещинно-карстовых вод. Процессы эти приводят к отрицательному воздействию на изменение геологической среды, а следовательно, на изменение экологических условий и наносят значительный ущерб народному хозяйству. Возникает, таким образом, новая весьма важная проблема — защита геологической среды от отрицательного воздействия техногенных процессов в период длительной эксплуатации водохозяйственных объектов.

Главное направление исследований по указанной проблеме состоит в прогнозной оценке развития техногенных процессов на конкретных объектах и обосновании мероприятий по защите геологической среды с тем, чтобы создать оптимальный режим для биосфера, и в первую очередь для обитания человека. В настоящее время в зоне влияния водохранилищ, на орошаемых землях, при осушении горных разработок и других объектах водохозяйственной деятельности человека применяются различные мероприятия по защите геологической среды. Сложность решения этих задач состоит в том, что мероприятия по защите геологической среды внедряются в практику тогда, когда на объектах уже произошло коренное преобразование гидрогеологических и инженерно-геологических условий.

Задача состоит в том, чтобы гидрогеологические исследования значительно опережали запросы проектирования, строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов. При такой постановке задачи результаты гидрогеологических исследований могут быть положены в основу разработки мероприятий по защите геологической среды еще в период проектирования крупных инженерных сооружений. Имеющийся в этом отношении опыт в нашей стране полностью подтверждает этот вывод (например, разработка дренажных устройств при проектировании и строительстве новых оросительных систем и др.).

Одной из форм защиты геологической среды является разработка и внедрение в практику гидрогеологических основ новых технологических схем эксплуатации различных водохозяйственных сооружений. К таким новым технологическим схемам, отвечающим требованиям своевременной защиты геологической среды, можно, например, отнести следующие: 1) защита пресных подземных вод от истощения и загрязнения способом искусственного их восполнения на действующих и проектируемых водозаборных сооружениях; 2) замкнутая цепь осушения горных разработок при эксплуатации месторождений полезных ископаемых, находящихся в сложных гидрохимических условиях, по схеме «откачка — закачка», полностью исключающая сброс минерализованных подземных вод на поверхность; 3) водопонижение вокруг горных разра-

боток при эксплуатации месторождений полезных ископаемых по схеме — осушение водоносных горизонтов — орошение поверхности на площади районной депрессионной воронки, позволяющее сохранить ландшафтные условия, растительность и обеспечить озеленение территории; 4) орошение земель с помощью закрытой системы напорных водоподводящих трубопроводов, исключающее вторичное засоление почв и обеспечивающее наиболее рациональное использование водных ресурсов; 5) мелиорация заболоченных земель с помощью осушительно-обводнительной системы, позволяющая создать оптимальный режим влаги в почвенном слое; 6) создание вокруг горных разработок на участках интенсивных водопритоков противонфильтрационных завес, предотвращающих развитие региональных депрессионных воронок и устрашающих взаимодействие осушительных устройств с действующими водозаборными сооружениями для водоснабжения.

Имеющийся небольшой опыт по внедрению в практику некоторых новых схем эксплуатации водохозяйственных объектов показывает высокую их эффективность защиты геологической среды. Совершенно естественно, что новые технологические схемы потребуют специальных гидрогеологических и экологических проработок.

Таким образом, можно отметить, что в новой проблеме современной гидрогеологии — охраны и защиты окружающей среды — предусматриваются два основных направления исследований: а) исследования с целью обоснования части общей комплексной проблемы и б) исследования с целью обоснования защиты геологической среды (с целью обогащения природной среды). Учитывая, что эти направления новые, содержания которых, как и методика проведения гидрогеологических работ, являются еще недостаточно разработанными, целесообразна поэтому постановка вначале научно-методических разработок: разработки теории и методов исследований и прогнозов нарушенного регионального режима верхней части гидрогеосферы, вызванного техногенными причинами в связи с комплексным водохозяйственным освоением крупных территорий.

В связи с интенсивным использованием в нашей стране ресурсов подземных вод и требованием действующего законодательства возникает очень сложная научно-методическая проблема — дальнейшее совершенствование методики разведки, оценки эксплуатационных запасов и рационального использования пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод. Необходимо исходить из того главного, к чему призвана прикладная часть гидрогеологической науки — максимального выявления в недрах Земли ресурсов различных типов подземных вод, предназначенных для нужд народного хозяйства и обоснования рациональных условий их

использования. В этом отношении гидрогеология как наука приобретает в нашем обществе социальное значение. Эта научно-методическая проблема по своему содержанию является очень емкой и многоплановой; она охватывает ряд тесно связанных между собой самостоятельных направлений, в том числе тесно связана и с проблемой охраны геологической среды.

Следующие три основные направления определяют содержание комплексной проблемы: 1) дальнейшее совершенствование методов изучения различных типов месторождений подземных вод как ценнейшего полезного ископаемого и оценки их эксплуатационных возможностей; 2) совершенствование методов комплексной оценки ресурсов подземных и поверхностных вод в связи с использованием их в народном хозяйстве, рассматривая подземные воды как составную часть общего баланса водных ресурсов того или иного бассейна; 3) дальнейшая разработка методов оценки рационального использования подземных вод, рассматривая подземные воды и вмещающие их горные породы как основные компоненты геологической среды.

По этим трем направлениям целесообразно предусмотреть следующие основные разделы научно-методических исследований.

Необходима, прежде всего, разработка рационального комплекса современных поисково-разведочных работ применительно к отдельным типам месторождений пресных, термальных, промышленных и лечебных подземных вод, находящихся в различных природных условиях, с целью повышения достоверности разведки, сокращения сроков разведки, а также повышения эффективности и качества гидрогеологических исследований.

Необходима также дальнейшая разработка теории и методов прогнозной оценки качества при длительной эксплуатации различных типов подземных вод.

Целесообразно выполнить исследования с целью разработки методов прогнозной оценки изменения фильтрационных свойств водоносных пород при длительной эксплуатации береговых водозаборов, дебит которых формируется, главным образом, путем наведенной инфильтрации поверхностных вод. Нужна разработка методов комплексной оценки и использования подземных и поверхностных вод применительно к различным режимам стока — в аридной зоне резко переменным режимом поверхностного стока и др.

Очень важный раздел проблемных исследований — обобщение накопленного опыта эксплуатации различных типов подземных вод с целью сравнительной оценки результатов разведки с режимом эксплуатации, а также дальнейшего совершенствования методов поисково-разведочных работ.

Новым требованием является технико-экономическое обоснование дальнейшего совершенствования конструкции водозаборных сооружений с целью более рационального компактного размещения на объектах скважин (без снижения интенсивности водоотбора), сокращения площади отчуждения земель для водозаборных сооружений и организаций зон санитарной охраны.

В связи с охраной окружающей среды необходимо изучить закономерности формирования техногенных процессов, развивающихся при интенсивном отборе подземных вод на водозаборных участках, разработать методы прогнозной оценки этих процессов. Данные таких исследований помогут обосновать мероприятия по предотвращению отрицательного воздействия техногенных процессов на геологическую среду.

Дальнейшее совершенствование технических средств разведки (улучшения конструкции буровых станков, технических средств для проведения откачек и измерительной аппаратуры) является необходимым с целью повышения эффективности разведочных работ, автоматизации всех трудоемких процессов и обеспечения непрерывной записи первичной документации гидрогеологических исследований.

В связи с перечисленными выше проблемными исследованиями целесообразно разработать критерии рационального использования подземных вод в народном хозяйстве в соответствии с требованиями действующих в нашей стране законодательств, а также научно-методических основ защиты геологической среды при длительном освоении месторождений подземных вод.

Особо следует остановиться на необходимости разработки научно-методических основ сокращения сроков разведки различных типов месторождений подземных вод. Эти рекомендации относятся к изучению месторождений пресных, а также к трудоемкой разведке глубокозалегающих термальных, промышленных и лечебных вод (с глубиной залегания до 2—3 км). Действующая в настоящее время в нашей стране пятистадийная разведка месторождений (оценочная стадия, детальные поиски, стадии предварительной, детальной и эксплуатационной разведки) удлиняет сроки разведки, сдерживает темпы их промышленного освоения в народном хозяйстве и не отвечает современным достижениям науки и техники. Накопленный опыт и достижения науки позволяют вполне обоснованно провести разработку научно-методических приемов сокращения сроков разведки.

Эти проработки можно провести в следующих направлениях: 1) совмещения и, при определенных условиях, исключения отдельных стадий разведки; 2) более широкого внедрения в практику разведки современных математических методов моделирования разведочных работ и оценки эксплуатации

ционных запасов подземных вод; 3) совершенствования методов количественной оценки разведанных запасов и др.

Можно было бы продолжить перечень основных разделов научно-методической проблемы, однако из того, что приведено выше, видно содержание важнейших задач в области разведочной гидрогеологии.

На современном этапе развития гидрогеологии и запросов практики принципиально новым положением, таким образом, является то, что разведку месторождений подземных вод и оценку их запасов следует рассматривать не как обычную инженерно-техническую задачу, а как комплексную проблему, содержание которой определяется также требованием рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды и защиты подземных вод от истощения и загрязнений.

Как следует из изложенного, в гидрогеологической науке возникает необходимость дальнейшей разработки теоретических основ прогнозной оценки различных и очень сложных гидрогеологических процессов, возникающих в связи с решением ряда прикладных задач.

Теоретические разработки в этом направлении целесообразно развивать путем: а) повышения достоверности исходной гидрогеологической информации, которая накапливается по результатам полевых исследований; б) дальнейшего изучения фильтрационных процессов в глинистых породах (разделяющих слоев), в условиях гидрогеологической неоднородности, взаимодействия между водоносными горизонтами и др.; в) более широкого внедрения в практику методов математического моделирования на современных электронных машинах, в том числе моделирования региональных гидрогеологических условий.

Возникает необходимость проведения проблемных исследований и в области дальнейшего совершенствования региональных гидрогеологических съемочных работ. Необходимо признать, что степень гидрогеологической изученности территории СССР является еще недостаточной, а темпы региональных съемочных работ не отвечают возросшим требованиям быстро развивающихся в нашей стране производительных сил. Главная задача региональных исследований состоит в том, чтобы обеспечить опережающее изучение гидрогеологических условий территории, где планируется на перспективу размещение производительных сил страны и ускорение освоения природных ресурсов. Внедрение в практику новых методов региональных исследований с помощью групповой съемки и ключевых участков, несомненно, является прогрессивным и уже дало положительные результаты.

Дальнейшее совершенствование методики региональных съемочных работ, особенно в области распространения много-

летнемерзлых пород, целесообразно развивать на базе широкого применения рационального комплекса наземных геофизических, а также целенаправленных дистанционных исследований. Имеющийся в этом отношении небольшой опыт, накопленный на геологическом и географическом факультетах МГУ, подтверждает постановку указанных основных направлений научно-исследовательских работ в области регионального картирования.

В региональных исследованиях целесообразно широко использовать данные новой развивающейся науки — космического природопользования. Вместе с этим необходимо дальнейшее усовершенствование методики составления сводных гидрогеологических карт. Как известно, в настоящее время составляются обзорные гидрогеологические карты, которые по существу отражают природные условия, главным образом, земной поверхности и не характеризуют в полном объеме глубокие водоносные горизонты.

Назрела необходимость отражать на сводных региональных гидрогеологических картах более достоверные данные об условиях распространения глубоких структурных водоносных горизонтов, может быть в объемном изображении. Такие, или подобные им, объемные гидрогеологические карты позволят иметь нечто вроде объемной модели крупного региона, более объективно познать природу глубоких горизонтов, помогут охарактеризовать связь их с верхними водоносными горизонтами и поверхностью. Данные объемной модели таким образом, могут обеспечить более направленно стратегию поисков и разведки различных типов подземных вод.

Следует отметить, что геологи в этом отношении имеют некоторый опыт составления региональных карт объемного изображения. Помимо руководством профессора В. В. Бронгулева первая объемная геолого-структурная карта составлена по площади Восточно-Европейской платформы (в масштабе 1 : 2 500 000). Необходимо разработать научно-методические основы составления объемных гидрогеологических карт и соответственно требование к проведению комплекса полевых исследований.

Возникают новые проблемные исследования и в области изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. В этом направлении народное хозяйство нашей страны предъявляет новые требования: а) рациональная эксплуатация всех месторождений полезных ископаемых; б) комплексное использование всех полезных компонентов, содержащихся на месторождениях; в) охрана окружающей среды на площади горных разработок и промышленное освоение месторождения в процессе его длительной эксплуатации.

В свете этих требований подземные воды месторождений

полезных ископаемых следует рассматривать не как «злого врага горняков», а как ценнейшее полезное сырье, использование которого должно входить составной частью технологической схемы осушения объекта. В области охраны окружающей среды возникают также новые задачи в части прогнозной оценки возможного развития техногенных процессов, отрицательно действующих на природные условия, прежде всего обитания человека. Эти техногенные процессы, возникающие при длительной эксплуатации месторождений, представляют собой совокупность гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. В связи с этим возникает необходимость постоянного комплексирования гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на всех стадиях изучения и освоения месторождений полезных ископаемых. Таким образом, проблемные исследования на месторождениях полезных ископаемых целесообразно развивать в дальнейшем в следующих направлениях: 1) совершенствование методики и рациональное комплексирование гидрогеологических и инженерно-геологических исследований при разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых; 2) разработка гидрогеологических и инженерно-геологических основ новых технологических схем осушения месторождений полезных ископаемых с учетом новых требований народного хозяйства.

Весьма важной тенденцией дальнейшего развития современной гидрогеологии являются разработка и внедрение в практику автоматизированной системы управления всеми видами гидрогеологических работ, системой «АСУ-гидрогеология», о чем кратко отмечалось выше.

Разработка и внедрение системы «АСУ-гидрогеология» хотя и необходимы, однако являются процессами очень длительными. Как первый этап работ по этой системе можно рассматривать внедрение в практику автоматизированной поисковой системы учета, хранения и обработки массовой информации основных видов гидрогеологических работ по типу созданной системы «АСУ-режим» (исследования ВСЕГИГЕО Мингео СССР). Целесообразно продолжить в системе Министерства геологии СССР разработку АИПС по другим видам работ, в том числе по кадастру подземных вод, провести соответствующее техническое оснащение гидрогеологических экспедиций, что, несомненно, в дальнейшем ускорит разработку и внедрение системы АСУ.

Дальнейшее развитие современной гидрогеологии и повышение эффективности большого комплекса работ невозможно обеспечить без коренного технического перевооружения полевых и лабораторных исследований. В области технической политики в гидрогеологии, таким образом, возникают свои очень важные задачи. Чтобы успешно решить задачи в

части разработок и создания современных технических средств для производства полевых и лабораторных гидрогеологических исследований, необходимо: а) обеспечить нашей промышленностью планомерный массовый выпуск уже зарекомендовавшей себя на практике новой техники — буровых станков, оборудования для опытных работ и измерительной аппаратуры (аналогово-вычислительные электронные машины, атомно-абсорбционные спектрометры и др.), более широкое внедрение которой может значительно повысить эффективность и качество гидрогеологических работ; б) организовать в системе Министерства геологии СССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР специализированное конструкторское бюро с надежной механической базой.

Отсутствие в нашей стране СКБ в области гидрогеологии сдерживает темпы технического перевооружения научно-исследовательских и большого комплекса производственных работ. Целесообразно продолжить в более широком масштабе проблемные исследования по разработке автоматизированных систем управления большого комплекса гидрогеологических работ «АСУ-гидрогеология».

Изложенное выше позволяет сформулировать основные проблемы современной гидрогеологии:

Теоретические проблемы. Изучение истории и условий формирования гидрогеосферы Земли и ее изменение под влиянием техногенных процессов.

Разделы: а) фундаментальные лабораторные экспериментальные исследования с целью изучения фазоагрегатного состояния подземных вод при различных режимах давления и температур (физическое моделирование гидрогеологических процессов);

б) изучение планетарных условий взаимодействия в системе «гидрогеосфера — гидросфера — атмосфера Земли» (математические методы моделирования процессов глобального влагооборота);

в) обобщение и анализ в планетарном масштабе новой информации — по глубокому бурению скважин, геофизическому и дистанционному зондированию Земли, изучению дна Мирового океана и др.;

г) разработка теоретических основ и методов прогноза региональных изменений верхней части гидрогеосферы, происходящих под влиянием техногенных причин.

Научно-прикладные проблемы. Дальнейшее совершенствование теории и методов:

а) разведки и оценки запасов различных типов подземных вод (пресных, термальных, промышленных и лечебных) с целью повышения достоверности, эффективности гидрогеологических работ, сокращения сроков разведки и обоснования рациональных условий эксплуатации;

б) регионального гидрогеологического картирования территории СССР применительно к различным требованиям народного хозяйства.

3. Разработка теоретических основ и методов исследований применительно к техногенному направлению гидрогеологии, а также комплексной прогнозной оценки территорий, претерпевших коренное изменение природной среды под влиянием техногенных процессов, с целью обоснования рационального использования ресурсов и геологической среды (гидрогеологические аспекты проблемы «Охрана и защита окружающей среды»).

ГЛАВА V

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Совершенно очевидно, что новое содержание современной гидрогеологии потребует и новых организационных форм дальнейшего ее развития.

В этом отношении целесообразно, прежде всего, рассмотреть научные формы организации. Существенным недостатком в развитии гидрогеологии в нашей стране являются весьма незначительные объемы проведения фундаментальных исследований. Если внимательно рассмотреть действующие проблемные планы, то нетрудно убедиться, что в них не предусматривается проведения глубоких теоретических исследований в области гидрогеологии. Это объясняется, прежде всего, тем, что существующая в настоящее время форма организации научно-исследовательских институтов в нашей стране не отвечает возросшему содержанию современной гидрогеологической науки и требованиям практики.

Действующие в настоящее время ведомственные научно-исследовательские институты и научно-исследовательские институты в системе академий наук союзных республик перегружены ведомственной и региональной тематикой и выполняют фундаментальные исследования в мизерном объеме, необходимом только для разработки некоторых методов гидрогеологических работ. К тому же в научных организациях союзных академий наук слабое техническое оснащение и слабая лабораторная база для выполнения фундаментальных гидрогеологических исследований.

Таким образом, целесообразно прежде всего устранить серьезный пробел в выполнении в необходимом объеме теоретических гидрогеологических разработок в нашей стране. Напрашивается в этом отношении предложение об организации в системе АН СССР головного института гидрогеологических проблем, что совершенно справедливо отмечают П. Ф. Швецов, А. А. Коноплянцев, В. М. Швец в своей коллективной статье (1973). Это предложение имеет принципиально важное значение для дальнейшего более успешного развития отечественной гидрогеологии и, прежде всего, ее фундаментальной части. Создание головного института гидро-

геологических проблем непосредственно в системе АН СССР позволит планомерно проводить в необходимых объемах фундаментальные исследования и обеспечить опережающее развитие научно-теоретической части гидрогеологии. Это очень важное положение, которое может успешно осуществить собственно производственные гидрогеологические работы на высоком научно-экономическом уровне.

В связи с улучшением организационных форм гидрогеологической науки целесообразно также значительно расширить деятельность институтов или отделов гидрогеологического профиля, действующих в настоящее время в системе союзных академий наук (в АН КазССР, ТуркМССР, СО АН СССР и др.), а также осуществить техническое их оснащение современным оборудованием.

Наступило время и необходимость организовать на Дальнем Востоке, в Восточной и Западной Сибири филиал Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) Министерства геологии СССР. ВСЕГИНГЕО как ведомственный головной научно-исследовательский институт давно завоевал авторитет как научно-методический центр. Организация филиала позволит приблизить научно-методическое руководство всеми гидрогеологическими и инженерно-геологическими работами непосредственно на местах, что несомненно повысит эффективность их проведения.

В нашей стране претворяется в жизнь долговременная программа дальнейшего подъема сельского хозяйства на базе мелиорации земель. В связи с этим Министерство мелиорации и водного хозяйства планомерно выполняет ежегодно в большом объеме гидрогеологические и инженерно-геологические работы применительно к требованиям проектирования и эксплуатации мелиоративных систем. Кроме того, проводится бурение гидрогеологических скважин. Комплекс исследований в этом направлении является очень сложным, ответственным и требует обеспечения на соответствующем уровне научно-методического и технического руководства.

Возникает, таким образом, необходимость организации в системе Минводхоза СССР головного ведомственного научно-исследовательского центра по дальнейшей разработке теоретических основ мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии, а также осуществления научно-методического и научно-технического руководства всеми производственными работами, выполненными в указанном направлении.

Такой научно-исследовательский институт мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии можно создать на базе существующего отдела гидрогеологии в системе Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (ВНИИГИМ) Минводхоза СССР. Нет сомнения в том,

что создание научно-исследовательского центра по мелиоративной гидрогеологии в системе Минводхоза СССР будет способствовать повышению качества и эффективности большого комплекса собственно производственных работ, а следовательно, улучшит обоснование проектирования и эксплуатации оросительных и осушительных систем.

Заслуживает внимания более широкое привлечение высококвалифицированных научных кадров высших учебных заведений страны к проведению научно-исследовательских работ в области гидрогеологии и инженерной геологии. В системе Министерства высшего и среднего специального образования СССР, как известно, создан ряд научно-исследовательских проблемных лабораторий; во многих вузах страны при геологических факультетах организованы научно-исследовательские секторы, в работе которых могут принимать участие ведущие ученые и педагоги. Между тем, на практике еще слабо используется научный потенциал высшей школы. Большой коллектив крупных ученых вузов нашей страны — профессора, доктора и кандидаты геолого-минералогических и технических наук не в полной мере привлекаются к разработке научно-технических проблем. В коллективах высшей школы мало выполняется крупных комплексных исследований в области гидрогеологии и инженерной геологии. Для успешного решения некоторых сложных по своему содержанию проблем целесообразно проводить работы в региональном плане, объединяя для этого ученых страны. При этом необходимо учитывать, что в ряде вузов нашей страны имеется хорошо оснащенная современными техническими средствами лабораторная база.

Не менее важным научным резервом является такая организационная форма, как объединение усилий ученых вузов и ведомственных научно-исследовательских институтов для решения масштабных проблем, определяющих магистральное направление современной гидрогеологии. Имеющийся в этом направлении небольшой опыт показывает высокую эффективность таких организационных форм проведения проблемных исследований. Учитывая большое значение научно-исследовательских работ в области гидрогеологии, назрела необходимость планомерно проводить координации этих работ в целом по стране. Действенная координация научных исследований позволит планомерно направлять усилия научных коллективов страны на решение первостепенных задач в области гидрогеологии и избежать имеющего место дублирования научных работ. Эта деятельность является необходимым условием для повышения эффективности научных исследований. Такой центр по координации и выбору основных направлений научно-исследовательских работ целесообразно создать при Президиуме АН СССР в виде научно-технического совета, как

это, например, организовано по другим отраслям геологических наук.

В заключение отметим, что для дальнейшего успешного развития гидрогеологической науки необходим осмысленный подход к новой научной терминологии. В последнее время, к сожалению, в ряде опубликованных монографий и научных статьях нередко можно обнаружить слишком вольное обращение с гидрогеологической терминологией. При создании новых терминов и определений их понятий часто нарушаются элементарные требования теории терминообразования. Нельзя допускать засорения передовой отечественной гидрогеологии научно необоснованной терминологией.

Очевидно, целесообразно создать при отделении наук о Земле АН СССР межведомственную, постоянно действующую комиссию по разработке и опробированию в области гидрогеологии научно обоснованной терминологии, определения и понятий. Предложения терминологической комиссии должны широко обсуждаться гидрогеологической общественностью. Представляется, что изложенные организационные мероприятия будут способствовать дальнейшему более успешному развитию отечественной гидрогеологии и обеспечению научно-технического прогресса.

ЛИТЕРАТУРА

- Балашов А. С., Гарманов И. В. Состояние и пути разработки теоретических проблем гидрогеологии.— «Вестн. АН СССР», 1965, № 9.
- Басков Е. А., Неизвестнов Н. А., Суриков С. М. Гидрогеологические структуры акваторий.— Труды ВСЕГЕИ. Новая серия, 1974, т. 229.
- Богданов Г. Я., Климентьева П. П. Общая гидрогеология. М., «Недра», 1977.
- Богомолов Г. В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М., «Высшая школа», 1975.
- Вернадский В. И. Размышление натуралиста. М., «Наука», 1977.
- Виноградов А. П. Химическая эволюция Земли. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Виноградов А. П. Введение в геохимию океана. М., «Наука», 1967.
- Гавриленко Е. С., Дерпгольц В. Ф. Глубинная гидросфера Земли. Киев, 1971.
- Гавриленко Е. С. Гидрогеология тектоносферы. Киев, 1975.
- Гордеев Д. И. Основные этапы истории отечественной гидрогеологии.— Труды лаборатории гидрогеол. проблем, т. VII. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Григорьев С. М. Роль воды в образовании земной коры. М., «Недра», 1971.
- Каменский Г. Н., Приклонский В. А. Современные проблемы гидрогеологии.— «Вестн. АН СССР», 1957, № 18.
- Киселев П. А., Толстой М. П. О сущности науки гидрогеологии и ее проблемах.— «Изв. высш. учебн. завед. Геология и разведка», 1976, № 9.
- Ланге О. К. О некоторых вопросах гидрогеологии на современном этапе ее развития.— Труды лаборатории гидрогеол. проблем, т. IX, М., Изд-во АН СССР, 1950.
- Ланге О. К. О некоторых проблемах гидрогеологии.— В кн.: Сборник статей по вопросам гидрогеологии и инженерной геологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1962.
- Ланге О. К. Некоторые вопросы теоретической гидрогеологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1963.
- Маринов Н. А. Об актуальных проблемах гидрогеологии.— «Бюлл. МОИП. Серия геол.», 1975, № 1.
- Овчинников А. М. Основы учения о процессах формирования подземных вод.— «Изв. высш. учеб. завед. Геология и разведка», 1958, № 1.
- Овчинников А. М. Общая гидрогеология. М., Госгеолтехиздат, 1955.
- Павлов А. Н. Геологический круговорот воды на Земле. Л., «Недра», 1977.
- Пиннер Е. В. Проблемы региональной гидрогеологии. Иркутск, 1977.
- Саваренский П. Ф. Гидрогеология. М., Госгеонефтехиздат, 1933.
- Семяхин А. Н. Гидрогеология. М., Сельхозгиз, 1954.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. М., «Наука», 1960—1962.
- Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в теории Земли. М., «Наука», 1963.

- Сыдыков Ж. С.** Место гидрогеологии среди естественных наук, ее предмет и методы исследований.— В кн.: Проблемы гидрогеологии Казахстана. Алма-Ата, 1974.
- Славянов Н. Н.** Состояние гидрогеологической науки и пути ее развития.— Труды лаборатории гидрогеол. проблем, т. X. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Смирнов С. И.** Эволюция подземной гидросферы: кинетические и палеогидрогеологические аспекты ее изучения.— «Бюлл. МОИП. Серия геол.», 1976, № 6.
- Ходьков А. Е., Валуконис Г. Ю.** Формирование и геологическая роль подземных вод. М., «Наука», 1968.
- Ходьков А. Е., Валуконис Г. Ю.** Геологические закономерности движения подземных вод, нефти и газов. Л., «Недра», 1975.
- Шестаков В. М.** Основные этапы развития советской школы динамики подземных вод и задачи дальнейших исследований.— «Бюлл. МОИП. Серия геол.», 1969, № 1.
- Швецов П. Ф., Коноплянцев А. А., Швец В. М.** Современное содержание, основные направления и организационные формы развития гидрогеологии в СССР.— «Известия АН СССР», 1973, № 2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Из истории становления отечественной гидрогеологии .	8
Глава II. Об основных понятиях и определениях современной гидро- геологии	20
Обзор опубликованных работ	20
О планетарной гидрогеологии	29
Новая гидрогеологическая информация	36
Основные понятия и определения в современной гидро- геологии	47
Глава III. Структура современной гидрогеологии. Прямые и об- ратные связи с другими науками	57
Глава IV. Основные тенденции дальнейшего развития современной гидрогеологии	73
Глава V. Организационные формы дальнейшего развития гидро- геологии	89
Литература	93

**Октавий Константинович Ланге,
Николай Иванович Плотников**

**НАУЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ
СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ**

Заведующая редакцией **И. И. Щехура**
Редактор **Е. Е. Сура**

Художественный редактор **М. Ф. Евстафиева**

Технический редактор **К. С. Чистякова**

Корректоры **Л. Г. Родионова, С. Ф. Будаева**

Тематический план 1980 г. № 140
ИБ № 970

Сдано в набор 31.07.79. Подписано к печати
28.02.80. Л-23272. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная.
Высокая печать. Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 5,95
Изд. № 830. Тираж 1200 экз. Зак. 356.
Набрано в типографии № 13 Цена 90 коп.

Издательство
Московского университета.
Москва, К-9, ул. Герцена, 5/7.
Типография Изд-ва МГУ.
Москва, Ленинские горы. Зак. 144.

90коп.

3259