УДК 624.131

В.А.КИРЮХИН
Санкт-Петербургский горный институт

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Рассмотрены теоретические, методические и прикладные проблемы региональной инженерной геологии. Даны формулировки объекта и предмета исследований. Рассматривается структура региональной инженерной геологии. Особое внимание уделяется теоретическим проблемам: инженерно-геологической классификации пород, стратификации разреза, региональным закономерностям и зональности, инженерно-геологическому районированию и картографированию. Рассматриваются важность компьютеризации и экологизации исследований, формулируются задачи региональной инженерной геологии.

The paper deals with theoretical, methodical and applied problems of regional engineering geology. The object and subject under study are formulated herein too. Regional engineering geology structure is considered as well. Special attention is paid to theoretical problems, viz. geological engineering rock classification, stratigraphic section, regional conformity to regularities and zoning, geological engineering regioning and cartography making. Computerization and ecologization of research are considered herein, as well as the tasks of regional engineering geology being formulated.

Региональная инженерная геология стоит в одном ряду с другими фундаментальными дисциплинами, слагающими основу инженерной геологии, – инженерной петрологией, (грунтоведением) и инженерной геодинамикой. Региональная инженерная геология (РИГ) – молодое направление, ему немногим более 50 лет. Научные основы РИГ были заложены в трудах И.В.Попова [5], получили развитие в трудах Е.М.Сергеева и его коллег [3], Г.А.Бондарика [1], М.С.Захарова [2], В.Т.Трофимова [6] и др. Анализируя достижения РИГ, можно сделать вывод, что создалось и успешно функционирует новое направление в инженерной геологии. Вместе с тем следует отметить, что не все гладко идет в этом процессе: 1) отсутствует должная система в архитектуре РИГ, что особенно видно при сравнении с положением дел в соседней дисциплине – региональной гидрогеологии; 2) отмечается дефицит новых идей и сравнительно узок круг специалистов, которые занимаются разработкой проблем РИГ [1, 2, 6]; 3) отмечается большое число неразработанных проблем.

Одним из коренных вопросов любой науки является определение объекта и предмета исследований. Для РИГ формулировки объекта и предмета исследований достаточно полно и убедительно изложены в работах И.В. Попова [5], Г.К.Бондарика [1], М.С.Захарова [2] и других геологов. Объектом исследования РИГ является литосфера и ее верхняя часть. Здесь следует согласиться с мнением Е.М.Сергеева, Г.К.Бондарика, которые предлагают объектом исследования РИГ считать геологическую среду. Можно обсуждать предложения М.С.Захарова [2] о специализированном инженерно-геологическом пространстве. О предмете исследований РИГ существует несколько различных точек зрения. Наиболее важным, на мой взгляд, является заключение Г.К.Бондарика [1], который предметом исследований РИГ считает изучение компонентов геологической среды. Принципиально важным является фиксация перечня таких компонентов. К сожалению, в инженерно-геологической литературе четкие формулировки по этому поводу отсутствуют. На мой взгляд, предметом исследований РИГ является система порода – вода – газ – живое вещество – инженерные сооружения. Роль перечисленных компонентов в инженерно-геологических процессах неодинако-

ва и является индивидуальной. Кроме того, взаимодействие этих компонентов между собой определяет изменение инженерно-геологической обстановки, их характер и последствия. Некоторые компоненты в определенных условиях могут отсутствовать, это, например, относится к «инженерным сооружениям», которые функционируют в условиях напряженной техногенной среды, а в условиях природной среды отсутствуют, либо их действием можно пренебречь. Следует отметить условность понятия «инженерные сооружения» – это может быть физический объект (здания, гидростанции, карьеры и т.п.) или техногенное воздействие на геологическую среду, кратковременное или постоянное (физическое, химическое, радиоактивное, электромагнитное и т.п.).

Теперь перейдем к формулировке содержания РИГ. Она достаточно убедительно дана в работе И.В.Попова [5] и Г.К.Бондарика [1], с учетом их мнения и современного состояния, РИГ представляет собой фундаментальный раздел инженерной геологии. РИГ изучает структурно-пространственную организацию геологической среды, состояние, строение и свойства слагающих ее компонентов, их взаимодействия и изменчивости в связи с планируемой и осуществляемой деятельностью человека.

Рассмотрим структуру РИГ. Г.К.Бондарик [1] выделяет в ней три части: 1) учение о формировании и закономерностях пространственной изменчивости структуры и свойств квазистационарных геосистем; 2) региональное грунтоведение; 3) учение о закономерностях проявления экзогенных геосистем. Мне кажется, деление РИГ следует осуществлять несколько по-другому: три ее составляющие характеризуют теоретическую, методическую и прикладную области. Особенно много проблем скопилось с теоретической частью. Она может быть разбита на пять основных блоков: 1) понятийно-смысловой; 2) формирование геосистем; 3) геодинамический; 4) экзогенный; 5) экологический. Большое количество неразрешенных проблем в теоретической части РИГ объясняется спецификой и трудностью анализа инженерно-геологических обстановок на региональной стадии исследований.

Следует отметить, что многие термины и ряд положений РИГ имеют неоднозначное толкование, например, не всегда одинаково понимаются термины «геосистема», «геологическая среда», «организация геологического пространства», «инженерно-геологические структуры», «комплексы», «формации», «тело» и т.п. Такое положение вполне объяснимо, поскольку в РИГ отсутствует обязательная, утвержденная инструкциями терминология, а «свобода слова» определяется привязанностями и пристрастиями авторов, а также их «идейными» соображениями. Понять создавшуюся ситуацию можно, рассмотрев понятийно-смысловой блок теоретической части РИГ. Содержательная часть этого блока должна укладываться в такую цепочку: инженерно-геологические законы РИГ – инженерно-геологическая классификация геосистем – инженерно-геологическая стратификация разреза – зональность и региональные закономерности изменения инженерно-геологических условий – инженерно-геологическое районирование и картографирование. Из названных звеньев наиболее сложными и наименее разработанными являются инженерно-геологические законы РИГ. Не вдаваясь в подробности, наметим для дальнейшего обсуждения наиболее важные, фундаментальные свойства геологической среды и управляющие ими законы. К ним можно отнести: 1) непрерывные, необратимые изменения геологической среды и как следствие – эволюционный закон, фиксирующий проявление этих свойств; 2) закономерное размещение на нашей планете инженерно-геологических структур контролируется структурно-пространственным законом; 3) цикличные и периодичные изменения инженерно-геологических условий описываются пространственно-временным законом; 4) подвижность и устойчивость инженерно-геологических массивов связана с проявлением геодинамического закона; 5) геохимические процессы обусловлены процессами седименто-, лито-, акво-, эпигенеза в системе порода – вода – газ – живое

вещество – инженерные сооружения и находятся под воздействием геохимического закона; 6) жизнедеятельность биоты под воздействием геологической среды увязывается с экологическим законом.

То, что проблема законов РИГ требует дальнейшего рассмотрения и развития, не вызывает никаких сомнений. Например, в работе Г.К.Бондарика [1] ставится вопрос о законах изменчивости и устойчивости инженерно-геологических систем, их однородности, симметричности и т.д. Необходимо рассмотреть и проанализировать законы, применяющиеся в геологических науках – минералогии, гидрогеологии, исторической геологии и других и на основе этого анализа придти к оптимальному решению поставленной проблемы. Перечисленные выше законы характеризуют в основном природную обстановку, а техногенные процессы могут резко изменить создавшуюся ситуацию и проявления указанных закономерностей, поэтому изучение техногенных законов РИГ у нас еще впереди. Экологи считают, что для равновесного сосуществования с природой население планеты не должно превышать 500 млн. В настоящее время эта норма превышена уже в 12 раз, и она будет увеличиваться дальше, тем более что с этим связано еще большое усиление техногенного воздействия на природную обстановку, что может иметь необратимые последствия, в том числе и для инженерно-геологической обстановки.

Теперь перейдем к проблеме классификации геосистем и их подразделений. К этой проблеме обращались многие геологи, прежде всего И.В.Попов [5], Е.М.Сергеев [3], В.Т.Трофимов [6], Г.К.Бондарик [1] и многие другие. Сложность решения этой проблемы определяется тем, что классификация объекта должна проводиться для одного уровня его организации. Примером изучения разных уровней исследования нашей планеты от простых к сложным могут служить переходы от атома до оболочки Земли, или, иными словами, от частей геосистем к целому и сочетанию геосистем.

При построении геологических классификаций часто используется «двойная бухгалтерия», т.е. наряду с классификаций по вещественному составу по морфологии, по генезису и другим показателям должен использоваться также параметр, касающийся распределения или положения этих тел в пространстве. Кроме того, необходимо, чтобы классификация геологических тел сочеталась с их районированием. Положительный пример такого сочетания можно наблюдать в региональной гидрогеологии, где выделяются три типа скоплений подземных вод: пластовые, трещинно-жильные и лавовые, а в гидрогеологическом районировании соответствующие им три типа гидрогеологических районов: артезианские бассейны, гидрогеологические массивы и вулканогенные бассейны [4].

Классификационная схема подразделения инженерно-геологических геосистем была разработана И.В.Поповым [6]. В этой схеме выделялось пять таксономических уровней: формации и субформации по парагенетическому признаку, геологогенетические комплексы по генетическому признаку, литологический и петрографический тип по литолого-петрографическому признаку, инженерно-геологический и строительный вид и разновидность по грунтоведческому признаку.

Дальнейшая инженерно-геологическая классификация геосистем была выполнена Г.К.Бондариком [1]. Он взял за основу формационный принцип, разработанный И.В.Поповым (формация – это полипородная геосистема). В классификации сохранены первые четыре уровня классификации И.В.Попова, а пятый, нижний уровень, разбит на три новых, в которых главными являются однородность пород и некоторые дополнительные таксономические признаки. Не имея возможности подробно останавливаться на указанных классификациях, анализировать их достоинства или отмечать их недостатки, сформулируем некоторые предложения.

1. Рассмотрим высшие категории иерархической последовательности геосистем. На самом верху находится оболочка Земли, в нашем случае это геологическая среда или

инженерно-геологическая оболочка. Она слагается из двух типов геосистем – природных и природно-технических. Классификации этих систем приведены в работе Г.К.Бондарика [1]. Мы остановимся только на классификации природных систем, поскольку считаем, что в нее надо внести некоторые коррективы. Главную роль в расчленении природных геосистем играет формационный подход. Он должен базироваться, на наш взгляд, на литогенной классификации пород. По этой классификации должны выделяться три группы пород – осадочные, метаморфические и магматические. На этой классификации основывался Е.М.Сергеев, когда в 1973 г. составлял общую грунтоведческую классификацию пород.

Для инженерно-геологических целей следует выделять не три, а четыре группы пород: осадочные, метаморфические, интрузивные и вулканические, т.е. группу магматических пород разделить на две самостоятельные. По преобладанию тех или иных формаций могут быть смешанные группы – осадочно-вулканогенные, вулканогенно-осадочные, интрузивно-метаморфические и т.д. Такое деление пород позволяет обосновать их положение в ряду литолого-генетических особенностей и условий распространения, а затем перейти к инженерно-геологическому районированию. Дальнейшее разделение указанных пород должно учитывать стадии литогенеза и метаморфизма, эпигенетические изменения, состав и возраст для осадочных и метаморфических пород, петрогенезис, эпигенетические изменения и возраст для интрузивных и вулканических пород. Разные критерии, использующиеся для обоснования иерархических уровней при формационном анализе пород, не затушевывают специфики инженерно-геологических особенностей этих пород и позволяют их сравнивать между собой. На низких стадиях таксономического деления можно использовать специализированные классификации пород: грунтоведческие, строительные и др.

2. Названия таксонов, применяемых в иерархическом ряду при формационном (инженерно-геологическом анализе) пород, можно сохранить ранее использующиеся: формация, субформация, комплекс, тип, вид, разновидность, мономинеральная группа и др. Содержание отмеченных таксонов определяется начальной схемой классификации формаций, в которую надо внести соответствующие изменения.

К сожалению, эта проблема стратификации инженерно-геологического разреза не привлекает внимания инженеров-геологов, а ведь нередко не делается различий между выделением инженерно-геологических подразделений при расчленении разреза и выделением таксонов иерархического ряда при формационном анализе пород. Следует четко представлять, что расчленения разреза геологических тел пластового и массивного сложения имеют существенные различия. Здесь можно было бы воспользоваться опытом гидрогеологов, который был получен при обосновании расчленения гидрогеологического разреза. Для пластовых тел цепочка стратонов должна была бы выглядеть примерно следующим образом: линза, пласт, горизонт, комплекс, серия, ярус, этаж. Для пород массивного сложения этот ряд должен быть несколько другой: зона (горизонт), комплекс, серия, ярус, этаж. Для пород осадочного типа характерен пластовый тип сложения, для пород метаморфических и интрузивных характерен массивный тип сложения. Для вулканических пород наблюдается сочетание пластового и массивного типа сложения.

Весьма важным для решения теоретических и практических задач является решение проблемы выявления инженерно-геологических закономерностей. И.В.Попов [5] делит эти закономерности на две группы: зональные и региональные. Зональные закономерности в основном подчиняются воздействию географических факторов, но важную роль в их формировании имеют и геологические процессы. Различаются два вида географической зональности: горизонтальная, площадная (широтная) и вертикальная (высотная, поясная). Эта зональность формируется под влиянием переноса солнечной энергии и влаги из атмосферы, изменениями температуры воздуха в при-

земном слое атмосферы, эоловыми процессами, воздействием растительного покрова и интенсивностью процессов почвообразования, а также особенностями формирования рельефа и поверхностного стока. Географическая зональность дополняется разными формами геологической зональности. Среди них надо отметить проявление зональности лито-, мето-, и эпигенеза пород, разных форм гидрогеологической зональности: гидродинамической, гидрохимической, газовой, температурной, микробиологической; криогенной зональности: зональности мерзлых пород, льдов и криопег и др.

Географические и геологические зональности во многом определяют направленность и интенсивность инженерно-геологических процессов, изучая которые можно установить инженерно-геологические закономерности и связанные с ними разные формы инженерно-геологической зональности. В связи с этим интересными представляются исследования В.Т.Трофимова [6], который занимается изучением теплопереноса и влагообмена под влиянием климата, изменением фазового состояния воды в породах, проявлением разных форм географической зональности в инженерно-геологических целях. Он выделяет так называемые геологические климатогенные структуры, которые формируются под влиянием географических процессов. Выявление региональных инженерно-геологических закономерностей связано, прежде всего, с изучением геологических, неотектонических, геохимических и других процессов и техногенных факторов. Их воздействие носит наложенный характер и может затушевать воздействие зональных процессов. Регулятором этих процессов является, с одной стороны, устойчивость геологической среды к внешнему воздействию, а с другой стороны, интенсивность и направленность такого вмешательства.

Изучение региональных изменений инженерно-геологических условий является основой для проведения инженерно-геологического районирования. В настоящее время сложилось два подхода к проведению такого районирования. Один из них условно назовем морфологическим, он разрабатывался И.В.Поповым и его последователями [1, 3, 5], второй – зонально-региональный, структурный, разрабатывается В.Т.Трофимовым и его учениками [6]. Иерархическая схема районирования по И.В.Попову выглядит следующим образом: регион, провинция, область, район, подрайон, участок, с некоторыми модификациями. Отметим главное – для каждого нового уровня таксономии принимаются разные условия районирования. Эта цепочка выглядит следующим образом: структурно-тектонические, геоморфологические, литолого-стратиграфические, литолого-петрографические, инженерно-геологические и т.д., т.е. классификационные критерии инженерно-геологических формаций принимаются только на последних стадиях районирования. Интересен факт, что территориально инженерно-геологические территории и области, выделяемые на схеме инженерно-геологического районирования СССР [3], совпадают с положением гидрогеологических районов первого порядка. Почти полностью такое совпадение отмечается на территории Русской плиты, Скифской плиты, Западно-Сибирской плиты, но в то же время на Сибирской платформе выделяется гораздо больше инженерно-геологических регионов, чем гидрогеологических районов первого порядка (артезианских бассейнов и гидрогеологических массивов).

В.Т.Трофимов [6] рассматривает в качестве объекта инженерно-геологического районирования инженерно-геологические структуры. Их формирование определяется воздействием зональных и региональных факторов, а таксономический уровень и их иерархический порядок устанавливается по характеру и степени взаимодействия этих факторов. Главными среди региональных факторов являются неотектонические процессы, а среди зональных – геологические климатогенные. Вслед за С.Б.Ершовой и Е.М.Сергеевым районирование начинается с глобального уровня, а затем опускается на региональный и последующий уровни, что фиксируется соответствующими структурами супер-, мего-, макро- и мезоструктур.

Рассматривая «идеологию» инженерно-геологического районирования, приходится констатировать несколько существенных недостатков ее реализации: 1) отсутствует логическая связь между инженерно-геологическими классификациями пород, стратификацией разреза и районированием; 2) нарушается принцип районирования, требующий сохранения одинакового уровня организации объекта независимо от стадии его расчленения или масштаба исследования; 3) инженерно-геологическая природа изучаемых объектов вырисовывается обычно на самых низких стадиях районирования.

Принимая логику размышления, принятую при рассмотрении инженерно-геологической классификации пород и стратификации разреза, предлагается выделять четыре группы инженерно-геологических районов первого порядка: 1) сложенные осадочными породами (седиментогенные структуры); 2) сложенные метаморфическими породами (инженерно-геологические массивы, сложенные метаморфическими породами); 3) сложенные интрузивными породами (инженерно-геологические массивы, сложенные интрузивными породами); 4) вулканогенные структуры. Добавим к сказанному, что седиментогенные структуры образуют чехол плит, инженерно-геологические массивы участвуют в сложении орогенов, а вулканогенные структуры чаще всего самостоятельные образования имеют в орогенах, но встречаются также и в чехле плит.

Важно также заметить, что: 1) могут встречаться районы смешанного типа – вулканогенно-осадочные, интрузивно-метаморфические и т.д.; 2) инженерно-геологические районы первого порядка могут делиться на районы второго, третьего и т.д. порядков, конечным элементом районирования может стать в соответствии со стратификационной схемой линза, пласт, зона и т.д. Районы первого порядка могут объединяться и образовывать области, провинции, пояса, это будут так называемые надпорядковые структуры; 3) инженерно-геологические районы могут типизироваться по различным признакам – литолого-стратиграфическим, геоморфологическим, гидрогеологическим, геокриологическим, петрологическим и т.д.; 4) инженерно-геологические районы первого порядка образуют породо-коренную основу вместе с залегающим на них покровом четвертичных отложений. Породы четвертичного возраста могут образовывать самостоятельные инженерно-геологические районы при выделении районов третьего, четвертого и более низкого порядков.

В заключение рассмотрим проблемы инженерно-геологического картографирования. Карта, как известно, есть способ показа полученной информации и средство познания ее сущности. Тематика общих инженерно-геологических карт обычно укладывается в три направления – геосистем и инженерно-геологических формаций пород, характеризующихся определенным состоянием, составом и свойствами; физико-геологических явлений и инженерно-геологического районирования. Наиболее глубоко проработана методика и содержание этих карт в Атласе гидрогеологических и инженерно-геологических карт (под редакцией М.В.Чуринова, ВСИГЕНГЕО, 1984). Методика составления инженерно-геологических карт и концептуальные вопросы их содержания являются предметом оживленных дискуссий, что связано с разными взглядами авторов на классификационные проблемы инженерной геологии, ограниченностью изобразительных средств и многообразием характеристик инженерно-геологических условий, которые могут быть на этих картах показаны. Картографические проблемы инженерной геологии не найдут своего решения до тех пор, пока не будут логически увязаны между собой три «кита» РИГ: классификация пород, стратификация разреза и районирование.

Второй блок теоретической части РИГ – формирование геосистем и их подразделений. Он изучает пространственное и временное положение геосистем, их эволюцию и изменение под влиянием техногенных процессов, условия залегания слагающих их пород, структурные особенности последних, состояние, свойства, состав, генезис, взаимодействие геосистем с инженерными сооружениями.

Третий блок – геодинамический. Он изучает движение горных масс на склонах, берегах, зонах тектонических нарушений, сейсмически неустойчивых областях и других местах под действием разнообразных причин: тектонических, гравитационных, техногенных, гидрогеологических, криогенных, абразионных, эрозионных и т.п.

Четвертый блок – геохимических процессов, формирующихся под влиянием ландшафтно-климатических условий. Интенсивные физико-химические процессы, происходящие в верхних слоях литосферы, способствуют разрушению пород, изменению их состава и свойств под действием процессов выветривания, почвообразования, эрозии, денудации, переноса тепла, влаги и вещества.

Пятый блок – экологический. Он связан с изучением эколого-геологических процессов, возникающих в результате физико-химической деятельности биоты, влияющей на изменение инженерно-геологической обстановки. Экологические аспекты, влияющие на изменение геологической среды, рассматриваются в двух направлениях: изучение геопатогенных зон, возникающих под влиянием природных и техногенных процессов; установление и прогнозирование защитной функции геосреды, ее ресурсных возможностей для нормального жизнеобеспечения и оптимального природопользования.

В методической части РИГ можно выделить пять основных блоков. Первый – сбор, обработка, хранение и интерпретация региональной инженерно-геологической информации. Особое значение здесь имеет создание банка инженерно-геологических данных, в том числе по отдельным регионам и наиболее важным объектам. Весьма перспективным для этих целей является создание постоянно действующих моделей. Второй – разработка методики инженерно-геологического картографирования и составление инженерно-геологических карт. Третий – моделирование инженерно-геологических процессов. Техника, технология, методика моделирования постоянно совершенствуются, вместе с ними возрастают важность и назначение этого метода в прогнозировании процессов и обосновании мероприятий по предотвращению неблагоприятных последствий тех или иных явлений. Четвертый – режимные исследования геодинамических и экзогенных процессов. Ранее эти исследования проводились на специальных полигонах для выявления эколого-геологических циклов изменения геологической обстановки. Теперь объемы и сроки исследований сократились, хотя их эффективность в чем-то улучшилась. Пятый – лито- и аквамониторинг природных и техногенно-природных объектов с целью прогнозирования инженерно-геологических процессов и управления ими. Перечисленные выше методы исследований используются в РИГ для выявления инженерно-геологических закономерностей и решения теоретических и практических задач.

Прикладная часть РИГ не имеет четких контуров. С одной стороны, РИГ используется для обобщения и анализа материала на первой стадии исследований для решения общих вопросов оценки региональных инженерно-геологических закономерностей и обоснования следующей стадии изысканий, с другой стороны, трудно представить гидротехническую мелиоративную или промышленно-строительную РИГ. Такого типа специализация полезна на следующем, более детальном этапе исследований.

Выводы

1. РИГ, по существу, осуществляет мировоззренческие функции в инженерной геологии, поскольку многие концептуальные проблемы, которые в ней рассматриваются и решаются, уходят корнями в область философии. С другой стороны, РИГ осуществляет функции междисциплинарного направления, поскольку через нее проходят тесные связи с региональными дисциплинами геологических наук. Эти сильные стороны РИГ могут оказаться причиной ухода некоторых авторов от реальности в стороны эклектичности, абстрагирования и компилятивности.

2. Базовое значение для РИГ имеет использование в ее практике системного под-

хода и логического анализа общности организации геологических объектов на разных стадиях их исследования. К сожалению, этот принцип нередко нарушается, что не способствует пониманию и познанию инженерно-геологических объектов, процессов и их взаимосвязи.

3. Происходит углубление и усиление экологизации и компьютеризации геологических наук, что нашло свое отражение в содержании методики региональных инженерно-геологических исследований, но это не должно приводить к потере индивидуальности и специализированности последних.

4. В теории и практике РИГ необходимо развитие геосферного мышления для глубокого понимания инженерно-геологических закономерностей, надежного прогнозирования процессов и обоснования правильных решений при выборе защитных и других мероприятий. Необходимо активизировать внедрение результатов региональных исследований в практику инженерных изысканий. С другой стороны, теория и методика РИГ должна подпитываться новыми идеями, новыми данными по особенностям инженерно-геологических объектов, по материалам опытных и экспериментальных работ и инженерных изысканий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондарик Г.К.* Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981.

2. *Захаров М.С.* Региональная инженерная геология: проблемы науки, практики и обучения // Седьмые Толстихинские чтения / СПГГИ. СПб., 1998. С.137-142.

3. Инженерная геология СССР / Под ред. Е.М.Сергеева. М.: Изд-во МГУ,1978. Т.1-8.

4. *Кирюхин В.А.* Региональная гидрогеология – состояние и перспективы развития // Седьмые Толстихинские чтения / СПГГИ. СПб, 1998. С.3-8.

5. *Попов И.В.* Инженерная геология СССР: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1961.

6. *Трофимов В.Т.* Инженерно-геологические структуры / В.Т.Трофимов, А.Д.Спиридонов. М.: Изд-во МГУ, 2001.