

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ЗАДАЧИ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

THE RESULTS OF THE FORMULATION OF THE MODERN THEORETICAL BASICS OF THE REGIONAL ENGINEERING GEOLOGY AND THE PROBLEMS OF THEIR FURTHER DEVELOPMENT

ТРОФИМОВ В.Т.

Заведующий кафедрой инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., профессор, г. Москва, trofimov@rector.msu.ru

КРАСИЛОВА Н.С.

Старший научный сотрудник кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, к.г.-м.н., г. Москва, nina.crasilova@yandex.ru

TROFIMOV V.T.

Head of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, DSc (Doctor of Science in Geology and Mineralogy), professor, Moscow, trofimov@rector.msu.ru

KRASILOVA N.S.

Senior staff scientist of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, PhD (Candidate of Science in Geology and Mineralogy), Moscow, nina.crasilova@yandex.ru

Ключевые слова:

региональная инженерная геология; компоненты инженерно-геологических условий; инженерно-геологическое картографирование; теоретические задачи.

Keywords:

regional engineering geology; components of the engineering geological conditions; engineering geological mapping; theoretical tasks.

Введение

Аннотация

В статье рассмотрен характер изменения содержания и задач региональной инженерной геологии со второй половины XX в. до нынешнего времени, выделены важнейшие итоги развития ее теоретических основ, сформулирован ряд задач, которые предстоит решать в ходе дальнейшего развития этого научного направления инженерной геологии. Данные задачи касаются необходимости перехода к анализу и оценке многообразия инженерно-геологических условий Земли в целом, дальнейшей разработки некоторых фундаментальных понятий, разработки количественных методов оценки сложности инженерно-геологических условий и создания единых общепринятых количественных показателей, разработки общей теории экзогенных геологических процессов, разработки новых по содержанию и технологии создания инженерно-геологических карт и др.

Abstract

In the paper there's described the character of changes of the content and objectives of the regional engineering geology from the second half of the twentieth century to the present time; the most important results of the development of its theoretical foundations are outlined, a number of tasks for the further development of the scientific field of engineering geology are formulated also. These problems are related to the need of transition to analysis and evaluation of the variety of engineering-geological conditions of the Earth as a whole, the further development of some fundamental concepts, the development of quantitative complexity assessment methods of engineering-geological conditions and the creation of the united generally accepted quantitative parameters, the development of the general theory of the exogenous geological processes, creation of new (on content and technology) engineering-geological maps, et cetera.

В последние годы авторы публикации много занимались анализом истории развития региональной инженерной геологии, историей формирования ее теоретической и методологической базы. В журнале «Инженерная геология» была опубликована серия авторских статей, частично отражающих результаты этой работы. В них были рассмотрены история развития представлений о содержании понятий «инженерно-геологические условия», «факторы инженерно-геологических условий», «факторы формирования инженерно-геологических условий», о соотношении региональных и зональных геологических факторов [17, 18]. Рассматривалась история развития подходов к изучению и оценке основных компонентов инженерно-геологических условий при региональных инженерно-геологических исследованиях. В частности, изложена эволюция взглядов на изучение особенностей рельефа как фактора инженерно-геологических условий, новые подходы и методы оценки рельефа [19]; история развития представлений о значении изучения мерзлотных факторов при региональных инженерно-геологических исследованиях территории криолитозоны [20], рассмотрено развитие представлений о роли подземных вод в формировании инженерно-геологических условий и их оценки при локальных и региональных исследованиях; использование при этом достижений гидрогеологов в изучении гидрогеологических, гидродинамических и гидрохимических закономерностей, в вопросах структурно-гидрогеологического районирования, зональности подземных вод и т.д. [16]. В подготовленной к изданию монографии «Региональная инженерная геология: история развития теории методологии» в исторически-временной последовательности рассмотрены результаты работ очень многих исследователей, которые внесли заметный вклад в развитие теории и методологии региональной инженерной геологии; проведен анализ истории развития пред-

ставлений об общей структуре основных методов региональной инженерной геологии — инженерно-геологического картирования и инженерно-геологического районирования.

В данной работе авторы хотели бы выделить основные позиции, которые можно представить в качестве важнейших итогов развития теоретических основ региональной инженерной геологии со второй половины XX в. до нынешнего времени и сформулировать ряд задач, которые предстоит решать в ходе дальнейшего развития этого научного направления инженерной геологии.

Итоги формирования современных теоретических основ региональной инженерной геологии

Активное развитие и теоретических, и методико-практических положений региональной инженерной геологии происходило во второй половине XX в. и в советское время, и по инерции в первое десятилетие новой России. **В качестве важнейших итогов этого процесса выделим следующие положения.**

1. Изменились содержание и задачи региональной инженерной геологии. Если на первом этапе ее рассматривали как раздел инженерной геологии, изучающий пространственное распределение структур с различными инженерно-геологическими условиями, то **постепенно объем ее содержания расширился.** *В настоящее время региональная инженерная геология представляет собой третье научное направление инженерной геологии, исследующее инженерно-геологические условия различных структурных зон земной коры, закономерности их пространственного распределения, формирования и пространственно-временного изменения под воздействием современных и прогнозируемых геологических процессов, формирующихся в ходе естественного развития земной коры под влиянием всей совокупности природных и антропогенных факторов и в связи с инженерно-хозяйственной, прежде всего инженерно-строительной, деятельностью человечества.* Она включает в себя три научных раздела: общую региональную инженерную геологию, региональное грунтоведение и региональную инженерную геодинамику; каждый из которых решает свои задачи. Помимо трех перечисленных научных разделов в рамках региональной инженерной геологии был сформирован ряд прикладных разделов, которые призваны способствовать решению конкретных практических задач, обеспечивать региональной информацией территориальное планирование конкретных видов инженерно-хозяйственной деятельности социума.

2. Изменилось и содержание одного из основных ее теоретических тезисов. На первом этапе развития инженерной геологии ведущим (по крайней мере, при обучении в вузах) являлся тезис *«инженерно-геологические условия определяются историей геологического развития объекта».* Лишь со временем данный тезис был расширен: *природные инженерно-геологические условия следует рассматривать как сложную, открытую, многофакторную систему, состояние которой в любой момент времени определяется в естественной (природной) ситуации историей геологического развития, современными тектоническим режи-*

мом и климатическими условиями (в первую очередь теплообеспеченностью и увлажненностью территории и их соотношением). Иначе говоря, природная инженерно-геологическая обстановка определяется тремя факторами-причинами — историей геологического развития структуры, ее современным тектоническим режимом и современными климатическими особенностями. На освоенных территориях, на которых сформированы литотехнические системы, *к числу этих причин добавляется антропогенная деятельность.* Это утверждается и основным законом региональной инженерной геологии.

3. Смена одной из основных парадигм инженерной геологии потребовала иных подходов к оценке формирования инженерно-геологических условий при региональном изучении территории, привела к созданию учения о зональности инженерно-геологических условий континентов Земли, новым подходам в методике инженерно-геологического картирования, районирования и картографирования, введению Т.И. Аверкиной и В.Т. Трофимовым [12] представлений об *инженерно-геологических структурах.* Под этим понятием подразумеваются закономерно-организованные объемы или части литосферы, сформированные под влиянием определенных региональных и зональных геологических факторов и однородные по каким-либо (в принципе заранее определенным) инженерно-геологическим параметрам. Инженерно-геологическая структура является наиболее крупным подразделением в систематизации геологических тел в инженерно-геологических целях. Это универсальное понятие, которое можно использовать в теоретических и методических разработках без привязки к конкретной территории и в то же время употреблять в качестве таксонов инженерно-геологического районирования. В фундаментальной монографии «Инженерная геология России. Т. 3. Инженерно-геологические структуры России» [6], подготовленной коллективом сотрудников кафедры инженерной и экологической геологии МГУ им. М.В. Ломоносова, описаны типологические и региональные инженерно-геологические структуры территории России, рассмотрены техногенные воздействия на них и их последствия.

4. Инженерно-геологические условия, как известно, определяются большим комплексом природных факторов, включающим в себя пять основных взаимосвязанных составляющих, которые называются компонентами инженерно-геологических условий: 1) геологическое строение местности и характер слагающих ее пород (состав, состояние, свойства и др.), 2) рельеф, 3) мерзлотные условия (распространение мерзлых, талых и немерзлых толщ, их температура, мощность мерзлых пород, их криогенное строение, глубина сезонного промерзания-протаивания)¹, 4) гидрогеологические условия (глубина залегания подземных вод, их водообильность, агрессивность и др.) и 5) современные геологические процессы и явления. Характер проявления указанных факторов определяется, с одной стороны, региональными

¹ В работах И.В. Попова и его ранних последователей эта позиция не включалась. Следовательно, расширился и набор факторов, определяющих инженерно-геологические условия.

геологическими особенностями территории, а с другой — ее современными климатическими условиями. Закономерное сочетание этих основных параметров и формирует инженерно-геологическую обстановку любого региона, любого участка, определяет его инженерно-геологические условия.

В ходе развития инженерной геологии было показано глубокое различие «факторов инженерно-геологических условий» и «факторов их формирования». Под последним подразумеваются особенности геологического развития территории как причины, сформировавшие современные, морфологически выраженные факторы инженерно-геологических условий.

5. Существенное изменение в ходе развития региональной инженерной геологии претерпели подходы и методы оценки рельефа как фактора инженерно-геологических условий. На первом этапе основным источником информации служили мелко- и среднемасштабные топографические карты и мелко-масштабные аэрофотоснимки, а полученные данные представлялись в виде геоморфологической карты. Позже стали широко использоваться охватывающие большие площади космические материалы, морфометрические картографические построения, в том числе с применением ГИС-технологий, обеспечивающих удобные и эффективные средства сбора, хранения, обработки, отображения и распространения координированных морфометрических данных в трех измерениях. Перспективным оказалось использование при региональных инженерно-геологических работах характеристик рельефа, получаемых при морфоструктурном анализе, палеогеоморфологических реконструкциях, линеamentном анализе; методах моделирования для выявления перераспределения напряжений в массиве при изменении характера рельефа.

6. Большие сложности на первых этапах региональных инженерно-геологических работ вызывало изучение мерзлотных характеристик инженерно-геологических условий. И хотя уже тогда было ясно (прежде всего благодаря опыту изысканий под конкретные объекты в пределах криолитозоны), что главными морфологическими характеристиками мерзлотной обстановки, изучаемой для инженерно-геологических целей, являются состав грунтов (соотношение в них минеральных и органических составляющих и льда), тип криогенной текстуры, среднегодовые температуры, распространение, мощность и строение мерзлой толщи, глубина сезонного промерзания и протаивания, криогенные и посткриогенные процессы, но опыта регионального (равно как и локального) изучения этих характеристик у подавляющего числа инженер-геологов не было. *И лишь совместная работа с мерзлотоведами и освоение инженерами-геологами классических работ по мерзлотоведению позволило успешно разрешить эту проблемную ситуацию.*

В итоге планомерного выполнения региональных исследований и обобщения их результатов в монографических и главное — картографических произведениях были изучены и охарактеризованы и региональные, и зональные закономерности распространения толщ мерзлых пород и их характеристик как факторов инженерно-геологических условий и доказано, что во всех геолого-структурных регионах характер

распространения и особенности строения и состояния многолетнемерзлых пород, характер их распространения и интенсивность мерзлотных процессов подчиняются широтной геокриологической зональности и высотной геокриологической поясности. Было показано, что степень активизации мерзлотных процессов зависит от тепловой инерции мерзлых толщ, их состава и геокриологического строения, от особенностей ландшафтной обстановки и характера техногенных воздействий. Доказано, что в процессе криогенеза происходят изменения гидрогеологических структур, что приводит к дифференциации подземных вод и эти изменения наиболее существенны в районах прерывистой и островной криолитозоны. Криогенез по-разному сказывается и на характере ранее существовавшего подземного стока в разного типа гидрогеологических структурах в зависимости от характера его промерзания.

7. Оценка гидрогеологических особенностей как фактора инженерно-геологических условий уже на первом этапе становления региональных исследований не вызывала больших сложностей. Это было связано с достижениями гидрогеологов в изучении гидростатических, гидродинамических и гидрохимических закономерностей, их наработок по вопросам структурно-гидрогеологического районирования и картографирования, зональности подземных вод, гидрогеологического строения изученных регионов. Последнее определяет такие важные характеристики, как количество и характер водоносных горизонтов и комплексов, их взаимосвязь, стратиграфическое положение этих горизонтов и комплексов, областей их питания и разгрузки, влияние на гидрогеологические условия природной зональности и поясности.

На региональном уровне на больших территориях характеристика гидрогеологических особенностей основывалась на изучении выделенных гидрогеологами гидрогеологических структур как объемных частей земной коры, в пределах которых подземные воды связаны в единую зональную систему и характеризуются общими условиями формирования и размещения (гидрогеологических массивов, артезианских и вулканогенных бассейнов и т.п.). Гидрогеологические условия рассматривались как зонально-геологический фактор инженерно-геологических условий. В их пределах обособлялись три формы гидрогеологической зональности: широтную, высотную (горную) поясность и глубинную (вертикальную, геологическую). Данные наработки гидрогеологов широко использовались и продолжают использоваться в региональной инженерной геологии при характеристике гидрогеологического компонента инженерно-геологических условий.

8. Изучение современных геологических процессов как факторов инженерно-геологических условий при выполнении региональных работ успешно проводилось, опираясь на опыт, накопленный при выполнении инженерно-геологических изысканий, и главное — тематических работ по изучению процессов и явлений. Развитие этих позиций позволило установить региональные и зональные закономерности пространственного размещения природных и антропогенных современных геологических процессов и явлений в различных инженерно-геологических структурах.

9. Разработка общей структуры метода региональной инженерной геологии, включающей методы получения инженерно-геологической информации, обработки информации, отображения и представления информации, развитие инженерно-геологического картирования и районирования — важнейшие достижения региональных инженерно-геологических работ. Были четко определены цели, задачи и масштабы методов инженерно-геологического картирования — инженерно-геологической съемки и тематических работ по разработке карт и инженерно-геологического картографирования. Инженерно-геологическая карта — важнейший итог этих работ; она рассматривается как обобщенное изображение на топографической основе комплекса геологических параметров, взаимодействие которых определяет инженерно-геологические условия, специфику изысканий, строительства и эксплуатации инженерных сооружений. *В качестве итогов развития инженерно-геологического картографирования можно отметить следующие позиции:*

- достигнут консенсус касательно содержания инженерно-геологических карт, разработаны классификации инженерно-геологических карт по различным критериям: по масштабу, по содержанию, по практическому назначению, по характеру обновления передаваемого материала, по способу производства и др. (в частности, по содержанию инженерно-геологические карты подразделяются на четыре типа: карты инженерно-геологических условий, карты инженерно-геологического районирования, карты инженерно-геологические прогнозные и карты измененности инженерно-геологических условий, в рамках которых выделен целый ряд видов и подвидов). Общепринятым стало подразделение инженерно-геологических карт по практическому назначению на две категории — общие и специальные, первые — многоцелевые, вторые — для решения конкретной задачи;
- созданы общегосударственные и отраслевые нормативно-методические документы, определяющие методику построения инженерно-геологических карт различного содержания, масштаба и назначения;
- составлено большое число инженерно-геологических карт разного масштаба и содержания, в том числе обзорных, мелко- и среднемасштабных инженерно-геологических карт;
- разрабатываются новые по содержанию инженерно-геологические карты — карты устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействиям, карты геологического риска, карты инженерно-геологических структур; карты геологического информационного обеспечения страхования земель и др.;
- освоена компьютерная технология (системы ГИС) создания инженерно-геологических карт.

10. В ходе развития региональной инженерной геологии был сформулирован ее понятийный базис, который образует ее фундамент и является важнейшим элементом научного мышления. Итоги этой работы отражены в книге «Теоретические основы региональной инженерной геологии» [13], а также в монографическом справочнике, разработанном сотрудни-

ми кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [1]. В последнем содержится 280 базовых понятий (с учетом понятий экологической геологии), формулировка которых дается в свете накопленных знаний и современных теоретических и методологических представлений. Термины излагаются в соответствии с принятой системой научных категорий, учитывающей объем и содержание понятий, их содержательную значимость. В отличие от предыдущих справочников здесь для каждой категории обосновывается ее научная формулировка.

Перечисленные десять позиций позволяют сделать выводы о том, что теоретический базис региональной инженерной геологии к настоящему времени по сравнению с исходными позициями, сформулированными И.В. Поповым, был существенно расширен и получил во многом новое содержание. Если раньше, включая 50-е и даже 60-е гг. прошлого века, региональные инженерно-геологические обзоры и сводные инженерно-геологические карты (например, Инженерно-геологическая карта СССР масштаба 1:2 500 000 1968 г.) составлялись преимущественно на основе инженерно-геологической интерпретации ранее составленных геологических и гидрогеологических карт, то позже для составления таких работ проводили мелко-масштабные региональные инженерно-геологические по содержанию исследования.

Именно это позволило создать первое и второе издание 8-томной монографии «Инженерная геология СССР» [7]. Именно эти региональные инженерно-геологические исследования во многом способствовали изданию Геокриологической карты СССР масштаба 1:2 500 000 [4] и 5-томной монографии «Геокриология СССР» [5]. Своеобразным итогом развития теоретических основ региональной инженерной геологии явилось создание серии карт, составляющих комплект Современной мелкомасштабной инженерно-геологической карты территории Российской Федерации, масштаба 1:2 500 000, где впервые комплексно представлен огромный объем информации о региональных и зональных геологических факторах формирования инженерно-геологических условий огромной территории [9].

Задачи дальнейшего развития региональной инженерной геологии

Сформулируем ряд задач, которые предстоит решить в ходе дальнейшего развития региональной инженерной геологии. Некоторые из них связаны с развитием общегеологических позиций.

1. Дальнейшее развитие теоретических позиций региональной инженерной геологии требует перехода анализа и оценки многообразия инженерно-геологических условий Земли в целом. Пока в этом направлении сделаны лишь первые шаги [14, 11].

2. Содержание тезиса о геологическом строении местности как одного из основных компонентов инженерно-геологических условий требует на современном этапе корректировки в плане его расширения и углубления. К этому приводит прежде всего смена основной парадигмы региональной инженерной

геологии, разработанной на основе геологического учения о геосинклиналях, другой парадигмой геологии — новой глобальной тектоники — тектоникой литосферных плит [15]. С ней во многом связаны новые представления о тектонических структурах, об инженерной геодинамике различных геодинамических зон Земли, об условиях образования многих магматических (гранитов, базальтов и др.), вулканогенно-осадочных пород и толщ (офиолитов, аккреционных призм, турбидитов и др.). Необходимо исследовать закономерности формирования и изменчивости их инженерно-геологических особенностей в зависимости от генезиса. В частности, необходимо изучить сходство и различие инженерно-геологических особенностей мантийных и коровых гранитоидов, базальтов, сформированных в различных геодинамических условиях: на коллизионных границах, в пределах зон спрединга, островных дуг разных типов, глубоководных желобов, во внутривулканических обстановках и т.п.

3. Следует осуществить дальнейшую разработку идеи о принципиальном различии фундаментальных понятий «изменение инженерно-геологических условий под влиянием техногенеза» и «эволюция инженерно-геологических условий в эпоху техногенеза». Предложение: первое из них целесообразно понимать как изменение инженерно-геологических условий под воздействием только объектов техносферы при допущении тезиса о постоянстве природных факторов формирования инженерно-геологических условий в течение расчетного времени; эволюция же инженерно-геологических условий должна рассматриваться как их изменение под совместным влиянием трансформации как природных, так и техногенных факторов формирования названных условий. Изменение инженерно-геологических условий под влиянием техногенеза всегда рассматривается в физической временной системе, а эволюция этих условий — в геологической (природная система) и физической (в эпоху техногенеза) временных системах. Пространственный эффект также скорее всего будет различен: изменения инженерно-геологических условий проявятся локально, эволюция их — зонально либо регионально.

4. Целесообразно вернуться к разработке вопроса об инженерно-геологических формациях, идея которого была выдвинута еще в 1984 г. В этих предложениях «инженерно-геологическая формация» определялась как «полипородное многокомпонентное геологическое тело, включающее взаимодействующие твердую, жидкую и газообразную составляющие: 1) объединяющее парагенетически связанные геологические тела меньшего объема и сформировавшиеся в определенных тектонических и климатической обстановках, 2) претерпевшее впоследствии в ходе геологической истории воздействие одних и тех же геологических процессов, 3) находящееся в настоящее время в однотипном и регионально выдержанном состоянии, обусловленном фазовым состоянием и количеством жидкого компонента в нем».

5. Одной из важных задач исследования инженерно-геологических условий, в том числе и при региональных работах, является разработка количественных методов оценки их сложности. Отправным пунктом при этом могут служить работы Г.К. Бонда-

рика и В.В. Пендина [2, 3], предлагающих подсчитывать интегральный показатель инженерно-геологических условий и строить модель его поля. В качестве интегрального показателя инженерно-геологических условий при этом используется линейная аддитивная функция взвешенных по вкладу в оценку нормированных значений компонентов условий. Для определения этого вклада в количественных мерах авторы считают целесообразным использовать множественный корреляционный анализ связи количественных характеристик компонентов инженерно-геологических условий с отвечающей им стоимостью строительства проектируемого сооружения, в результате рассчитывается коэффициент удорожания стоимости строительства. Модель поля интегрального показателя позволяет по его структуре дать сравнительную оценку сложности инженерно-геологических условий на различных участках моделируемой территории.

6. Г.К. Бондарик [2] еще в 1981 г. поставил **вопрос об актуальности создания общей теории экзогенных геологических процессов,** которая позволила бы перейти от описательного характера геологических процессов к их моделированию и к выводу о том, что надежную основу для ее разработки представляет системный подход к исследованию. Несмотря на достигнутые успехи, данная задача актуальна и сейчас.

7. Задачи изучения геологических процессов как наиболее быстро развивающегося компонента инженерно-геологических условий и во многом обуславливающего динамичность всей инженерно-геологической обстановки В.С. Круподеров [8] конкретизировал следующим образом: 1) региональное изучение и картирование экзогенных геологических процессов (ЭГП), выявление закономерностей их распространения; 2) изучение механизма и генетических особенностей проявления ЭГП; 3) прогнозирование ЭГП, оценка опасности и риска от их проявления; 4) изучение и картографирование режима ЭГП.

8. Важной задачей для оценки влияния техногенных воздействий на инженерно-геологические условия является создание единых общепринятых количественных показателей (которые в настоящее время отсутствуют), для чего целесообразно использовать подходы к их разработке, предложенные В.Т. Трофимовым, В.А. Королевым, А.С. Герасимовой, А.Д. Жигалиным, Г.К. Бондариком, В.В. Пендиным, А.Н. Хацкевичем и другими авторами.

9. Задачи развития инженерно-геологического картографирования содержательного плана предлагаем сформулировать в виде следующих позиций:

- 1) совершенствование содержательной стороны инженерно-геологических карт разных типов и разных масштабов прежде всего за счет использования количественных критериев оценки компонентов инженерно-геологических условий. В этой области на базе количественных подходов необходима разработка нового поколения следующих инженерно-геологических карт:
 - а) оценочного инженерно-геологического районирования, оценки измененности инженерно-геологических условий, прогнозно-аналитических и т.п.;
 - б) разработка инженерно-геологических карт нового содержания:

- карт, в равной степени отражающих как региональные, так и зональные факторы инженерно-геологических условий;
- переход от изображения на инженерно-геологических картах геологических формаций к *формациям инженерно-геологическим*;
- создание карт пространственного распределения инженерно-геологических зон в пределах крупных регионов различных континентов и Земли в целом;
- создание карт пространственного распространения инженерно-геологических структур Земли, отдельных ее континентов и регионов;
- создание карт, отражающих эволюцию инженерно-геологических условий в эпоху техногенеза;
- создание «объемных» инженерно-геологических карт;
- в) необходимость разработки так называемых *экономико-инженерно-геологических карт*, в том числе карт для обоснования «страхового дела»;
- г) необходимость дальнейшей разработки и широкого практического использования новых технологий создания инженерно-геологических карт на базе ГИС-технологий; реализация на основе

этого идеи создания *дежурных* инженерно-геологических карт;

- 2) при составлении сводных инженерно-геологических карт крупных регионов и страны в целом необходимо учитывать, что в пределах одинаковых в структурно-геологическом отношении территорий могут быть сформированы различные инженерно-геологические условия в результате разных климатических условий — различного распределения тепла, влаги и их соотношения между собой, то есть необходимо учитывать зональный геологический фактор.

Решение этих задач позволит использовать единый подход к исследованию инженерно-геологических условий на всех уровнях, в изучении инженерно-геологической структуры строения Земли; учитывать динамичность инженерно-геологических условий, их эволюцию в эпоху техногенеза; повысит содержательность и информативность инженерно-геологических карт и позволит сделать оценку инженерно-геологических условий если не в количественном, то в полуколичественном выражении. 🌐

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов / коллектив авторов: В.Т. Трофимов, В.А. Королев, М.А. Харькина и др.; под ред. В.Т. Трофимова. М.: ООО «Геомаркетинг», 2012. 320 с.
2. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981. 256 с.
3. Бондарик Г.К., Пендин В.В. Методика количественной оценки инженерно-геологических условий и специального инженерно-геологического районирования // Инженерная геология. 1982. № 4. С. 82–89.
4. Геокриологическая карта СССР масштаба 1:2 500 000. 1997. Картпредприятие, Винница. Украина.
5. Геокриология СССР. Т. I–V. 1988–1989.
6. Инженерная геология России [монография] / под общей редакцией В.Т. Трофимова. 2011. Т. 3: Инженерно-геологические структуры России / под редакцией В.Т. Трофимова и Т.И. Аверкиной. М.: КДУ, 2015. 710 с.
7. Инженерная геология СССР. Т. 1–8. М.: Изд-во МГУ, 1976–1978.
8. Круподеров В.С. Учение о режиме экзогенных геологических процессов (ЭГП) как одно из направлений инженерной геодинамики // Новые идеи в инженерной геологии: труды научной конференции 17–18 сентября 1996 г. Москва. М.: Изд-во МГУ. 1996. С. 74–76.
9. Круподеров В.С., Трофимов В.Т., Чекрыгина С.Н. Научно-методические подходы и принципы составления современной инженерно-геологической карты России масштаба 1: 2 500 000 // Разведка и охрана недр. 2008. № 6. С. 24–26.
10. Пендин В.В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии: учебное пособие. М.: КДУ, 2009. 349 с.
11. Трофимов В.Т. Современное состояние и новые теоретические задачи инженерной геологии как науки // Инженерная геология. 2010. № 4. С. 6–17.
12. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. К введению понятия «инженерно-геологические структуры» // Геоэкология. 1996. № 5. С. 100–105.
13. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. М.: ГЕОС, 2007. 464 с.
14. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И., Спиридонов Д.А. Инженерно-геологические структуры Земли. М.: Изд-во МГУ, 2001. 176 с.
15. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Современная парадигма геологии и теоретические задачи инженерной геологии // Геоэкология. 2000. № 2. С. 174–184.
16. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. Развитие представлений о роли подземных вод в формировании инженерно-геологических условий и их оценки при локальных и региональных исследованиях // Инженерная геология. 2015. № 1. С. 5–19.
17. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. История развития взглядов на оценку роли и соотношение региональных и зональных геологических факторов инженерно-геологических условий при региональных исследованиях и их последствия // Инженерная геология. 2013. № 6. С. 16–26.
18. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. История становления и современное содержание понятия «инженерно-геологические условия» и факторов, его определяющих // Инженерная геология. 2013. № 5. С. 16–21.
19. Трофимов В.Т., Красилова Н.С., Герасимова А.С. Эволюция взглядов на изучение особенностей рельефа как фактора инженерно-геологических условий на разных этапах развития инженерной геологии // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 6–17.
20. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. Развитие взглядов на задачи инженерно-геологического изучения криолитозоны и использование достижений мерзлотоведения при региональных инженерно-геологических исследованиях // Инженерная геология. 2015. № 6. С. 6–21.