

УДК 624.131+577.4

В. П. БОЧКАРЕВ¹

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ В ИНСТИТУТЕ АН КАЗССР

Инженерлік геологи саласында қол жеткізген теориялық және қолданбалы зерттеулер жетістіктері мен негізгі бағыттары сипатталған.

Охарактеризованы основные направления и достижения теоретических и прикладных исследований в области инженерной геологии и геоэкологии.

Main trends and achievements of theoretical and applied investigations in the sphere of engineering geology are characterized.

Лаборатория инженерной геологии организована как структурное подразделение в составе геологического сектора КазФАН в 1938 г., с 1940 г. – Институт Геологических наук АН КазССР. Основные направления теоретических и прикладных исследований – Земная кора (литосфера) как среда обитания и деятельности человека, изучение, мониторинг и прогноз геодинамических последствий антропогенных (техногенных) воздействий.

По своей природе антропогенные воздействия на окружающую среду могут быть физическими, химическими, биологическими или смешанными. Взаимодействия с природой – процесс постоянный, исторически длительный и диалектически противоречивый. Результаты его выражаются не только позитивными преобразованиями, но и отрицательными последствиями (неизбежными или сопутствующими).

Основными научными направлениями инженерной геологии являются региональная инженерная геология, экзогенная геодинамика и грунтоведение. Во второй половине XX века в инженерной геологии сформировалось новое направление – инженерная геоэкология, которая ориентирована на системное изучение взаимодействия геологической среды с внешними природными и искусственными техногенными средами.

Региональная инженерная геология в Казахстане занимает ведущее место в этой системе в свя-

зи со сложностью геологической среды, рельефа земной поверхности и ландшафтно-климатических условий. Региональные исследования всей территории республики потребовали разработки методов инженерно-геологического картирования, районирования и прогнозов развития системы «природная среда – инженерный комплекс». При этом были комплексно изучены сейсмоактивные и селеопасные районы, площади преобладающего распространения лесовых просадочных, избыточно засоленных и набухающих глинистых грунтов.

Значительные объемы региональных инженерно-геологических исследований были выполнены при обосновании проектов крупных промышленных, гражданских и гидротехнических комплексов: Балхашский медкомбинат, канал Волга-Урал, строительство на целинных землях Акмолинской области, устройство плотин и водохранилищ в древних долинах Центрального Казахстана, каналы Иртыш-Караганда, Караганда-Джезказган, освоение районов нефтедобычи на полуострове Мангышлак и Тургайских бокситорудных месторождений, а также строительство на набухающих грунтах в г. Аркалыке. ИГН АН КазССР по заявкам проектных институтов Госстроя изучены инженерно-геологические условия освоения предгорных зон Заилийского Алатау, территорий строительства «Большой Алма-Аты» и городов-спутников. Рассмотрено влияние

^{1,2} Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69^a, Институт геологических наук им. К.И. Саппаева.

вертикальной ландшафтно-климатической зональности на факторы инженерно-геологической оценки территории, освещены теоретические вопросы инженерно-геологического районирования и картирования.

При проектировании Капчагайской ГЭС на р. Или и освоении береговой зоны Бухтарминского водохранилища ИГН АН КазССР совместно с Гидропроектом им. С. Я. Жука и озерными обсерваториями УГМС выполнены комплексные инженерно-геологические исследования и дан прогноз развития экзогенных геодинамических процессов (В.П.Бочкирев, М.М.Шойманова, 1964, 1976), каскадов ГЭС на горных реках Казахстанского орогена, Чарын (1981-1983), Бол. Алматинке (1995-1997). Карты сейсмического микрорайонирования для отдельных территорий и городов Казахстана составлялись на основе инженерно-геологического анализа факторов геологической среды с использованием данных инструментальных наблюдений (Э. М. Антоненко, П. А. Атрушкевич, С. А. Прошунина).

С 1970 – 1990 г. в связи с проработками проекта межбассейновых перебросок стока сибирских рек в южные районы Институтом осуществляется комплексное изучение региональных инженерно-геологических условий территории Казахстана и специализированные разномасштабные изыскания в Турагай-Убаганской ложбине, Приаральских Каракумах и Кызылкумах в целях выбора трассы магистрального канала, оценки и прогноза изменений инженерно-геологических условий в зоне его возможного влияния. Для всей зоны влияния канала в пределах КазССР составлены серии специализированных карт и выполнено инженерно-геологическое районирование. Основные направления этих исследований: оценка инженерно-геологических условий, современных вертикальных движений земной коры, неотектоническое районирование геологических структур в зоне трассы и возможной сферы влияния главного канала переброски части стока сибирских рек. В этих работах участвовали научные сотрудники института (В.П.Бочкирев, С.А.Новицкий, А.Н.Митрофанова, В.А.Чурсов др.).

Анализ неотектонических деформаций и современных вертикальных движений земной коры показал, что выделенные структурно-тектонические зоны определяют геологическое развитие, типы деформаций, особенности рельефа, направ-

ленность и темпы современных движений. При этом установлено, что неотектонические и современные деформации не только отражают обособление структур, выраженных в рельефе, но и позволяют оценить масштабы и темпы развития экзогенных геодинамических процессов.

Методологической основой регионального инженерно-геологического изучения Казахстана является инженерно-геологическое картирование и районирование его обширной территории. В этом направлении достигнуты существенные успехи. В 1963 г. для всей территории Казахстана впервые в Советском Союзе составлена обзорная инженерно-геологическая карта (М-б: 1:1500000) под редакцией В.И.Дмитровского. Институтом обобщен огромный фактический материал, проведен формационный анализ и выполнено инженерно-геологическое районирование по структурно-тектоническим и геолого-морфологическим признакам. Карта стала прообразом и частью составленной позже по такому же принципу инженерно-геологической карты СССР, изданной в 1968 г. под редакцией М.В.Чуринова (м-б 1:2 500 000). В том же масштабе выполнена карта закарстованных пород и карстовых явлений Казахстана. Обзорные и мелкомасштабные инженерно-геологические карты отдельных регионов составлялись планомерно и систематически. Часть из них включена в Атлас к монографии «Гидрogeология СССР».

Для районов крупных территориально-промышленных комплексов составлялись общие и специальные инженерно-геологические карты, выполнялось региональное и типологическое районирование. Важнейшим итогом этих работ является прогнозная оценка изменений природных условий (состояние и свойства горных пород, геодинамические и антропогенные процессы, гидрogeологические характеристики) под влиянием осуществляемых и планируемых инженерно-хозяйственных мероприятий. Разномасштабные и специализированные региональные инженерно-геологические исследования с использованием результатов дистанционного и высокоточного документирования (аэрокосмические съемки, повторное нивелирование) проводилось в Казахстане для проектируемого канала переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря. Инженерно-геологическая типизация территорий на основе комплексных съемок представляет собой синтез всех знаний о природно-

геологических условиях местности и предусматривает количественную оценку роли отдельных факторов при различных видах строительства.

Целенаправленное изучение наиболее опасных геодинамических процессов как экзогенных (сели, оползни, просадочность грунтов), так и эндогенных (землетрясения), потребовало выполнения специализированного картирования и типологического районирования горных территорий Юго-Восточного Казахстана. Экзогенные геодинамические процессы на горных склонах исследовались Институтом. При этом изучались закономерности развития склоновых процессов, геологические факторы селеобразования, разработана региональная типизация селеобразующих бассейнов с разделением их по степени селеопасности. Полученные результаты использовались при разработке и осуществлении схемы комплексной защиты населенных мест Казахстана от селей и снежных лавин.

Развитие горнодобывающей промышленности и строительство металлургических предприятий на Алтае, в Тургайе, Центральном и Южном Казахстане также потребовали выполнения комплексных инженерно-геологических исследований для карьерного, шахтного, промышленного и жилищно-гражданского строительства.

Крупным теоретическим обобщением в области региональной инженерной геологии, содержащим критический анализ опыта строительства и изменений природных условий под влиянием человека, явилась опубликованная в 1976–1978 гг. монография «Инженерная геология СССР» в восьми томах. Три тома монографии посвящены Казахстану и написаны казахстанскими геологами (М.Т. Адиков, А.С. Бочкарев, В.П. Бочкарев, В.И. Дмитровский и др.). Широкое внедрение результатов монографического обобщения в практику позволило эффективно решать важнейшую народнохозяйственную проблему охраны и рационального использования природных ресурсов. Президент Академии наук СССР А. П. Александров в статье «Вершины знаний» дал следующую оценку этой коллективной монографии, удостоенной в 1982 году Ленинской премии в области «науки и техники»: «Инженерная геология СССР» представляет собой фундаментальное, региональное инженерно-геологическое описание всей территории Советского Союза. Работа такого объема и столь многогранная выполнена впервые в истории советской науки и не имеет ана-

логов за рубежом» [Правда, 1982. 22 апреля]. Публикация вызвала значительный интерес и за рубежом. Издательством «Недра» в 1990 г. опубликован новый вариант монографии «Инженерная геология СССР» (Ред. И. А. Печеркин, В. П. Бочкарев).

Экзогенная геодинамика изучает эволюцию геосреды, динамику ее развития во взаимодействии с внешними сферами Земли и влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В горных и предгорных районах Юго-Восточного Казахстана наибольшую опасность для населенных мест и народнохозяйственных объектов представляют склоновые процессы, особенно селевые потоки и паводки. Области формирования наиболее мощных и катастрофических селей совпадают с зонами высокой сейсмической активности. Это создает дополнительные сложности при оценке и прогнозировании возможных масштабов и времени проявления селевых процессов. В республике насчитывается около 300 селевых бассейнов, по которым зарегистрировано более 600 случаев прохождения крупных селей. В населенных предгорьях Заилийского Алатау за последние 160 лет наблюдалось пять катастрофических селей с объемами выносов от 3 до 6 млн.м³. Острота и актуальность проблемы селезащиты населенных пунктов (в том числе Алматы), расположенных в предгорьях и горных долинах Тянь-Шаня, Джунгарии и Алтая, побудили давно и серьезно заниматься изучением селевых явлений и разработкой методов защиты от них. Институтом Геологических наук в районах Юго-Восточного Казахстана обследованы природные факторы селеобразования; разработана классификация селевых бассейнов, учитывающая геологические условия бассейнов и динамические характеристики возникающих селевых потоков. Оценкой климатических факторов и условий формирования селеобразующих стоков, а также натурным экспериментальным моделированием селей занимались специалисты КазНИГМИ. Гляциально-криологические процессы и снежные лавины, существенно влияющие на условия селеобразования в высокогорных зонах, изучались научными экспедициями Сектора географии АН КазССР. Комплексные схемы и проекты селезащитных сооружений разрабатывались Казфилиалом Гидропроекта им. С. Я. Жука и Институтом энергетики Минэнерго СССР. Работы координировались Республиканской и Все-

союзной селевыми комиссиями. В 1973 г. при Совете Министров КазССР создано главное управление Казглавселезащита, объединившее и возглавившее работы по изучению селевых явлений, проектированию, строительству и эксплуатации защитных сооружений и комплексов.

В настоящее время завершается создание полного комплекса селезащиты Алма-Аты: воздвигнута 150-метровая камненабросная плотина Медео, образующая селехранилище емкостью 12,6 млн.м³; в урочище Мынжилки на высоте 3000 м сооружена 17-метровая плотина для нейтрализации гляциально-прорывных селей в очаге селеобразования; в долине р. Б.Алматинка построена 40-метровая железобетонная плотина с емкостью селехранилища 14,5 млн.м³; проводятся мероприятия по регулированию уровней ледниковых и моренных озер, а также стабилизации русел устройством барражей, сквозных сооружений и наносуловителей; в широких масштабах выполняется фитолесомелиоративное укрепление горных склонов. Аналогичные работы осуществляются в горных долинах рек Иссык, Каскелен, Аксай, Тургень и др.

В связи с проектированием и строительством гидротехнических комплексов в Казахстане и созданием крупных искусственных водохранилищ (Капчагайское, Бухтарминское, Усть-Каменогорское) Институтом проводились значительные исследовательские работы по оценке и прогнозу геодинамических и антропогенных процессов в зонах их влияния. Водохранилища резко меняют природную обстановку в сфере своего влияния. Опыт их эксплуатации свидетельствует о неизбежной активизации геодинамических процессов, возникновении качественно новых явлений, нетипичных для региона до создания искусственных водоемов (абразионная переработка склонов, смена базисов эрозии, подпор уровней подземных вод, засоление и заболачивание земель). Расходы на инженерную защиту объектов в зоне водохранилища порой превышают 50% от суммы затрат на его подготовку. Изменения естественного состояния грунтов береговой зоны определяют условия работы инженерных сооружений, а в сейсмически активных районах включут за собой возрастание эффекта проявления землетрясений. Так, для левобережья Капчагайского водохранилища ширина зоны приращения интенсивности сейсмического эффекта землетрясения (+1 балл в результате подъема уровня грун-

товых вод) составила 20 км. Подпор уровней водоносыщения грунтов в этой зоне имеет резко отрицательные последствия для инженерно-хозяйственного освоения. Многолетние наблюдения за процессами абразии склонов искусственных водохранилищ (Капчагайское на р. Или, Бухтарминское на р. Иртыш, 1990 г.) позволили усовершенствовать методику прогнозов переработки берегов и установить масштабы и формы проектируемых берегозащитных систем. Сейчас на этих крупных водоемах созданы озерные обсерватории, круглогодично выполняющие значительные объемы натурных наблюдений.

Следует отметить, что запросы народного хозяйства, рационального использования и охраны природной среды требуют значительного расширения объемов и программ научных и натурных исследований в районах формирования и зонах влияния крупных гидротехнических и горнопромышленных комплексов. Важнейшим и неотложным мероприятием в этом плане является создание системы комплексного мониторинга с задачами наблюдения, изучения и прогнозирования всех динамических элементов природной среды. Экзогенные и антропогенные геодинамические процессы должны стать одним из основных аспектов системы такого мониторинга. Наряду с прямыми натурными методами наблюдений за динамикой природных процессов и явлений сегодня имеются доступные, оперативные, очень ценные и высокинформативные материалы космообсервации.

В 1993 г. изданы комплекты карт (природных ресурсов, инженерно-геологических условий) бассейна Аральского моря в м-бе 1:500 000, составленных в ИГН (Бекниязов Б. К.).

Для районов крупных территориально-промышленных комплексов составлялись общие и специальные инженерно-геологические карты, выполнялось региональное и типологическое районирование. Важнейшим итогом этих работ является прогнозная оценка геодинамических процессов и геоэкологического состояния геосистем орогенного пояса Казахстана под влиянием осуществляемых и планируемых инженерно-хозяйственных мероприятий (2002 г.).

Разработка прогнозов активизации ОГП и эффективных мер предотвращения и ослабления вредных последствий их проявления является актуальной задачей для значительной части территории Казахстана. Картографической основой

такого прогнозирования является комплект карт, составленный ИГН, Комитетом геологии РК и фирмой КазГИДЭК в м-бе 1:2000 000 и опубликованный в 2004 г. Комплект включает три карты для всей территории Казахстана. Это -1. Карта инженерно-геологического районирования по условиям формирования ОГП; 2. Карта распространения и активности геодинамических процессов; 3. Карта районирования по режиму быстро изменяющихся факторов формирования ОГП. Эти карты являются базовой основой для планирования и проведения картографических и исследовательских работ по прогнозу и предотвращению развития ОГП, оптимизации геоэкологических ситуаций на территории Казахстана. Начиная с 2003 г. сотрудниками лаборатории (В.П.Бочкирев, А.Н.Митрофанова, Р.Ш.Калита С.А.Новицкий, Т.Л.Тесленко) составлены комплексы среднемасштабных инженерно-геологических и геоэкологических карт по районам Казахстанского Прикаспия (территория нефте-, газопромыслов).

По юго-востоку Казахстана (территории высокой активности проявления ОГП - землетрясения, сели, оползни и др.), районам крупных горно-промышленных разработок (Рудный Алтай, Караганда и др.) выполняются работы по комплексному инженерно-геологическому и геоэкологическому картированию.

По направлению «Грунтоведение» в связи с оценкой и обоснованием строительства в особо сложных условиях (на просадочных, набухающих, избыточно засоленных грунтах аридных регионов Казахстана) выполнены научно-методические исследования показателей состава, свойств и природного состояния указанных грунтов. Разработанные в лаборатории методы агрегатного, микроагрегатного и дисперсного анализа засоленных глинистых грунтов (1964-66 гг.) вошли в состав ГОСТов и широко используются в практике инженерно-геологических изысканий. Усовершенствованы и опубликованы методы полевого, опытного и лабораторного исследования просадочных и набухающих свойств лесовых и глинистых грунтов.

Изучению лессов на территории Казахстана постоянно уделялось повышенное внимание. Это обусловлено широким распространением здесь мощных толщ лесовых пород и сложностью взаимодействия просадочных грунтов с инженерными сооружениями. Исследовались условия рас-

пространения, генезис, инженерно-геологические свойства и просадочность лессовидных пород, составлены серии специализированных карт (распространения, мощности и просадочности лесовых пород). Лессы и лессовидные породы северного склона Заилийского Алатау изучались М.И.Ломоновичем, Н.Ф.Колотилиным, М.Т.Адиковым, З.Т.Левиной и др.

В 1965 г. была завершена разработка методов гранулометрического анализа и определения водно-физических свойств засоленных грунтов аридных районов Казахстана. Даны оценка степени влияния засоленности на результаты седиментометрических анализов дисперсных грунтов, показана возможность и необходимость учета и устранения этого влияния. Изучены способы предварительной подготовки глинистых грунтов к гранулометрическому анализу в различных вариантах применения химических диспергаторов агрегатов и стабилизаторов суспензий. Разработана методика дисперсного гранулометрического анализа засоленных грунтов с применением пирофосфата натрия, нашедшая широкое применение в инженерно-геологической практике.

В 1968-1972 гг. в связи с оценкой геологических условий строительства на глинах в аридных районах Казахстана выполнены исследования набухающих свойств дисперсных засоленных грунтов Тургайской области. Проведены опытные полевые работы по натурному моделированию процессов набухания и лабораторные анализы вещественного состава, свойств и природного состояния глинистых грунтов. Детально изучены минералогический, гранулярный и химический состав дисперсной части грунтов, их физико-химическое состояние, физические, водно-физические и механические свойства, выполнена серия экспериментальных работ по прямому определению характеристик набухания. Исследованы количественные показатели набухания, свободное набухание, давление и влажность набухания, в условиях массива пород установлена нижняя граница зоны набухания и рассмотрена кинетика процесса.

В 2004 г. издана на 4 листах «Карта распространения и активности геодинамических процессов Казахстана» и «Карта инженерно-геологического районирования Казахстана по условиям формирования ОГП» м-б 2 000000.

В марте 2006 года Тесленко Т.Л. докладывала на IX Международной научной конференции:

«Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» - Геодинамические условия формирования тектоники Казахстана. В этом же году Бочкарев В. П. издал монографию «Что стало с жемчужиной Заилийского Алатау».

29–30 мая 2006 года проходил Международный семинар «Сели и наводнения – стратегия безопасного строительства» Проект ООН. Алматы. Докладывал В.П.Бочкарев – «Сели хребта Заилийского Алатау».

В мае 2007 года дана экспертная оценка и заключение по условиям строительства «Инженерные изыскания и исследования площадки жилого комплекса Алатау Парк», опубликованы комплекты карт геоэкологического и инженерно-геологического районирования в т. III «Атлас Республики Казахстан».

В 2008 завершена работа «Оценка степени риска и масштабов проявления, опасных природно-техногенных геодинамических процессов и явлений на территории Казахстана» и составлены специальные тематические карты на 6 листах. В этом же году сданы в печать карта опасных геодинамических процессов Алакольской группы озер, пояснительная записка и карта опасных геодинамических процессов прибрежной зоны Буктырминского водохранилища и пояснительные записи, масштаб 1:500 000 авторы: А.Н.Митрофанова, Р.Ш.Калита, карта опасных геодинамических процессов прибрежной зоны Капшагайского водохранилища и пояснительная записка, масштаб 1:300 000 авторы: А.Н. Митрофанова, Р.Ш.Калита, О.Б.Нагиева. В 2009 году

сдана в печать монография «Опасные геодинамические процессы Мангыстауской области».

На современном этапе инженерная геология характеризуется как наука о геологической среде и ее основная задача – изучение динамики земной коры под влиянием деятельности человека. В инженерной геологии зародилось четвертое научное направление – рациональное использование и охрана геологической среды [Е.М.Сергеев и др., 1982]. Задачи и предмет инженерной геологии как науки определяют ее теснейшую и неразрывную связь с практикой.

Результаты работ, выполняемых в ИГН им. Сатпаева, используются при разработке и осуществлении схем комплексной защиты населенных мест и промобъектов от селевых потоков, склоновых деформаций, составлении карт сейсмического микрорайонирования городов, оценки степени риска опасных геологических процессов. Полученные результаты постоянно докладываются на научных совещаниях, обсуждаются и публикуются на республиканском и международном уровнях.

Решение вопросов рационального использования геологической среды в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью требуют дальнейшего развития и совершенствования теории и методов применения инженерной геологии. При этом важнейшими направлениями являются разработка методов количественной оценки и прогноза геологических процессов, инженерно-геологической типизации местности и комплексного литомониторинга.