

ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЕ “СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ”. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

DOI: 10.31857/S0869780923030050, EDN: WMVWPE

Второй год подряд годичная сессия Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии – научная конференция “Сергеевские чтения” – проводится вне г. Москвы в качестве выездного расширенного тематического заседания Научного совета по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии РАН. В 2023 г. конференция XXIV “Сергеевские чтения” была проведена 30–31 марта в г. Казани. Кроме постоянных организаторов чтений – Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН и Научного совета РАН – помощь в подготовке и проведении конференции оказала кафедра общей геологии и гидрогеологии Казанского (Приволжского) федерального университета при спонсорской поддержке ООО “Геоинжсервис” и ООО “Геоцентр МГУ”.

В развитие научной тематики, начатой в 2022 г. с обсуждения современных проблем грунтоведения как одного из основных разделов инженерной геологии, организаторы XXIV “Сергеевских чтений” предложили обратиться к фундаментальным и прикладным вопросам другой неотъемлемой составляющей инженерной геологии – инженерной геодинамики. Разумеется, инженерную геодинамику нельзя рассматривать в отрыве ни от других направлений инженерной геологии (грунтоведения и региональной инженерной геологии), ни от других областей наук о Земле в целом. Развитие различных геодинамических процессов во многом определяется составом и свойствами грунтов, формирующими геологическую среду. В связи с этим, как отметил в предисловии к сборнику трудов конференции член редколлегии издания А.Л. Стром, доклады, представленные на конференцию, охватили чрезвычайно широкий круг вопросов – от описания региональных особенностей проявления и развития различных геодинамических процессов, как эндогенных (сейсмичность, движения по активным разломам), так и экзогенных (оползни, карст, сели, суффозия), до проявления тех или иных геологических процессов на участках строительства конкретных сооружений. Многие доклады, опубликованные в сборнике и оглашенные на конференции устно, касались изучения проблем на

стыке инженерной геодинамики и грунтоведения, региональной инженерной геологии, геологии нефти и газа, сейсмологии, геохимии, гидрогеологии. Актуальности их обсуждения способствовал выбор столицы Республики Татарстан в качестве места проведения чтений – региона, для которого характерны проявления различных геодинамических процессов, как природного (карст, оползни по берегам рек Волга и Кама), так и антропогенного генезиса (например, землетрясения, связанные с разработкой месторождений нефти и газа).

Из 77 докладов, одобренных редколлегией и опубликованных в сборнике трудов XXIV “Сергеевских чтений”, за два дня работы конференции было заслушано 40 сообщений в рамках 1 пленарного и 6 секционных заседаний. Темы секционных заседаний были сформулированы следующим образом: 1) развитие теоретических основ инженерной геодинамики; 2) вопросы эндогенной геодинамики в инженерной геологии; 3) изучение опасных склоновых процессов; оценка их опасности и риска; 4) моделирование при решении задач инженерной геодинамики; 5) природные и антропогенные процессы как фактор формирования инженерно-геологических условий территории; 6) гидрогеоэкологические аспекты инженерной геодинамики; 7) методика изучения и мониторинга природных и антропогенных процессов; дистанционные методы исследования в инженерной геодинамике.

Пленарное заседание “Сергеевских чтений” открыл директор ИГЭ РАН проф. д.г.-м.н. Е.А. Вознесенский. По традиции с приветственным словом к собравшимся обратился научный руководитель ИГЭ РАН, председатель Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, академик В.И. Осипов, который, будучи инициатором организации ежегодных “Сергеевских чтений” в качестве годичной сессии Научного совета РАН в 1998 г., вот уже четверть века остается неизменным председателем оргкомитета этого мероприятия. Далее пленарное заседание продолжилось обсуждением крупных теоретических вопросов в рамках объявленной научной тематики.

С докладом о теоретических проблемах и современных задачах инженерной геодинамики от имени коллектива авторов кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова выступил ведущий научный сотрудник лаборатории инженерной геодинамики и обоснования инженерной защиты территорий О.В. Зеркаль. В его докладе была показана разница в подходах к трактовке роли и места инженерной геодинамики при решении инженерно-геологических задач в работах отечественных и зарубежных ученых. Автором обосновано, что основной методологической задачей, стоящей перед отечественной инженерной геодинамикой на современном этапе, является переход от классической парадигмы инженерной геологии к парадигме, основанной на риск-анализе, теории приемлемого риска, ориентированных на вероятностный анализ развития геологических и инженерно-геологических процессов. При этом трактовка инженерной геодинамики как науки должна, по мнению автора, базироваться на принципе историзма в рамках естественно-исторического подхода в геологии, подразумевающим изучение процессов в геологической истории их развития. Эту мысль О.В. Зеркаль развил и конкретизировал на примере оползневой проблемы в другом докладе “Особенности оползней как объектов изучения”, в котором утверждал, что теоретической основой методологии изучения оползней в рамках геодинамического подхода следует принять представление об оползне *“как естественно-историческом геологическом объекте, подготовка к смещению которого происходит в геологическом времени, в то время как собственно смещение может протекать в физическом времени, в результате которого формируется новый геологический объект”*. При этом сам термин “оползень”, по мнению автора, является *“сложным, многоаспектным, полисемантическим, трактовка которого зависит от используемого концептуального подхода — геологического, геодинамического, геотехнического, геоморфологического или ландшафтного”*.

Интересная теоретическая интерпретация новых расчетных данных, полученных д.т.н. Г.П. Постоевым, к.г.-м.н. А.И. Казеевым, М.М. Кучуковым (ИГЭ РАН, Москва), была изложена в докладе “Геологический критерий 0.009 в развитии геодинамических процессов”. С позиций представлений о диссипативных геологических структурах, формирующихся в геологической среде на участках проявления экзогенных геологических процессов, авторы поставили задачу разработать расчетную схему, которая в меру достоверно учитывала бы природные условия, механизм и закономерности развития геологических процессов, определяющих особенности изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) и в конечном итоге — разрушительные деформации геоло-

гического массива. Исследователи обосновывают ввод количественного геологического критерия в расчеты, определяющего изменения НДС геологической среды при развитии геодинамических процессов и подготовке разрушительных деформаций (оползневых блоков, провалов над подземной полостью, выпоров грунтового основания).

По окончании пленарной сессии работа XXIV “Сергеевских чтений” продолжилась секционными заседаниями. Рассмотрение вопросов эндогенной геодинамики в инженерной геологии началось с доклада д.г.-м.н. А.Л. Строма (ООО “Центр геодинамических исследований”, Москва) в соавторстве с к.ф.-м.н. М.Ю. Темисом (ООО “П2Т Инжиниринг”, Москва) “Активные разломы, пересекающие трассы линейных сооружений: неопределенности при оценке параметров подвижек и возможные инженерные решения”. Рассматривая примеры пересечения тектонических разрывов с магистральными трубопроводами, последствия разрушения которых могут иметь очень тяжелые экономические и экологические последствия, авторы показывают, что при изысканиях принципиально важно, в первую очередь, определить тип подвижки по разлому, а также пороговые значения подвижек в проекции на ось трубопровода, которые будут требовать разных конструктивных решений по защите трубопровода от разрыва.

Большой интерес аудитории вызвал доклад д.г.-м.н. П.С. Микляева (ИГЭ РАН, Москва), который представил новые результаты исследования радоновых аномалий в зонах активных разломов, выполненных коллективом авторов из ИГЭ РАН, МГУ им.М.В. Ломоносова и Пятигорского филиала Северо-Кавказского федерального университета. Изучение радоновых аномалий в зоне активного разлома на горе Бештау дало авторам основание заключить, что мощные радоновые аномалии в зонах разломов, проявляющиеся сезонно, обусловлены не глубинной разгрузкой “геогаза” из недр, а процессом конвективной циркуляции атмосферного воздуха в приповерхностной проницаемой части разломной зоны. П.С. Микляев делает вывод, что схожесть сезонных колебаний уровней ^{222}Rn во многих радоновых аномалиях, связанных с активными разломами в разных геологических, тектонических и климатических условиях, свидетельствует о том, что описанный в докладе механизм концентрации радона возможно развит значительно шире, чем это считалось ранее.

Различные аспекты влияния эндогенных геодинамических процессов на инженерные сооружения в различных тектонических условиях платформенных областей были затронуты в сообщениях И.В. Бондаря и Н.А. Гордеева (ИФЗ РАН, Москва), а также Я.Г. Аухатова (ООО “ЦСМР

нефть” при АН Республики Татарстан, Казань). Учет воздействия надвиговых подвижек, зачастую сопровождающихся микросейсмичностью, важен при проектировании трасс магистральных трубопроводов, открытых и закрытых горных выработок, эксплуатационных скважин по добыче углеводородов.

Насыщенное интересными докладами секционное заседание “Сергеевских чтений” было посвящено также изучению и оценке опасности и риска склоновых процессов. Исследованию опасных склоновых процессов, развивающихся в разных районах страны, всегда уделяется повышенное внимание инженер-геологов, и эта проблематика традиционно является приоритетной среди других исследований геодинамических процессов. Склоновые процессы представляют особую опасность в горных районах, где оползни в сочетании с селями и другими гравитационными процессами приобретают катастрофический характер и приводят к большому материальному ущербу. Мониторингу активизации оползня “Бузулган”, провоцирующей сход селевых потоков в центральной части Пшекиш-Тырныаузской тектонической зоны в долине р. Герхожан-Су (одна из самых селеопасных территорий в России), посвящены совместные исследования геологов и географов МГУ им. М.В. Ломоносова (О.В. Зеркаль, С.С. Черноморец и Е.А. Савернюк). Оползневые процессы, развивающиеся в сейсмически активном Кавказском регионе, обсуждались также в докладе А.Л. Строма, И.К. Фоменко, О.В. Зеркаля (ООО “Центр геодинамических исследований”, РГГРУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва). Авторы доклада рассмотрели распространение скальных оползней в так называемом Известняковом Дагестане, исследовали их возможную связь с сейсмичностью и возникающие в связи с этим противоречия. Для разрешения последних, по мнению А.Л. Строма, необходимо провести картирование крупных скальных оползней на всей изучаемой территории и составить базу данных для статистического анализа соотношений между различными их параметрами. Особый интерес слушателей и активное обсуждение вызвал доклад д.г.-м.н. Ю.В. Фроловой (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва) “Гидротермальные преобразования пород как фактор развития оползневых процессов в геотермальных районах Курило-Камчатского региона”. Ею показано, что развитие опасных склоновых процессов в этом сейсмически активном регионе молодого орогенеза, в пределах которого проявляется максимальное разнообразие геодинамических процессов, связано с гидротермальной переработкой (аргиллизацией) горных пород, что сопровождается их разуплотнением и резким снижением прочностных и деформационных свойств. Эти региональные особенности должны учитываться при

планировании инженерно-хозяйственной деятельности и туристических маршрутов в геотермальных районах.

Ряд докладов, представленных на конференции, касался исследования оползневых деформаций, развивающихся на берегах рек в платформенных условиях: на восточной окраине Приволжской возвышенности в долине р. Волга, (А.И. Латыпов, КазГУ, Казань), а также в долине р. Москва в черте столицы. Так, М.П. Кропоткин и А.А. Прасолов (МГСУ, ООО “Инженерная геология и геотехника”, Москва) изучили влияние переуплотнения грунтов на развитие оползней в Москве, а коллектив авторов геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (П.Н. Новиков, И.В. Аверин и др.) изложили новые данные о строении оползневого массива на Карамышевской набережной.

В отдельную секцию на конференции были объединены доклады, посвященные моделированию при решении задач инженерной геодинамики. Докладчики представили результаты экспериментальных исследований состава и свойств грунтов, влияющих на развитие опасных процессов, что убедительно доказывает неразрывную связь разных направлений инженерной геологии (грунтоведения и инженерной геодинамики). Интересный доклад был представлен сотрудниками ООО “Геоинжсервис” (Москва) Н.Г. Волковым и И.С. Соколовым об интерпретации данных порового давления при диагностике оттаивающего грунтового основания. Следует отметить и доклад молодого исследователя ИГЭ РАН Г.С. Амановой в соавторстве с научным руководителем проф. Е.А. Вознесенским, которая представила моделирование пространственной неоднородности состава и свойств массива грунтов как инструмент оценки развивающихся в нем геологических процессов.

Приятно отметить, что много докладов молодых ученых было также представлено на секции “Природные и антропогенные процессы как фактор формирования инженерно-геологических условий территорий”, посвященной рассмотрению других инженерно-геодинамических процессов. Выполненные в соавторстве с научными руководителями и коллегами работы З.В. Селиной (ПГНИУ, Пермь) и Е.Р. Романовой (ИГЭ РАН, Москва) были посвящены исследованию карстовой и карстово-суффозионной опасности, а работа И.Г. Ковязина (УГГУ, Екатеринбург) – развитию оврагов в пределах городских территорий (на примере г. Ханты-Мансийск). Исключительно интересное и четко доложенное научное сообщение, с большим вниманием воспринятое аудиторией, представили студенты Санкт-Петербургского горного университета А.Г. Карпенко и Д.Л. Колосова. Их исследование, выполненное

под руководством проф. Р.Э. Дашко, было посвящено изучению влияния микроорганизмов на развитие инженерно-геологических процессов в подземном пространстве Санкт-Петербургского региона. Особенности геологического разреза Санкт-Петербурга, низкое положение дневной поверхности, повсеместное распространение болотных отложений, обогащенность дисперсных грунтов и подземных вод органическими соединениями абиотического и биотического генезиса определяют важную роль микроорганизмов в развитии опасных инженерно-геологических процессов, существенно осложняющих освоение подземного пространства города.

В докладах ведущих специалистов в области инженерной геодинамики А.В. Аникеева (ИГЭ РАН, Москва) и А.А. Лаврусевича и др. (МГСУ, Москва) на примерах конкретных ответственных инженерных объектов была дана оценка карстовой опасности и риска по различным авторским методикам. Кроме упомянутых выше опасных экзогенных процессов, обсуждение в рамках данной секции затронуло вопросы просадочности лесовых грунтов (Т.В. Андреева и др., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва), озерного термокарста (Т.В. Орлов и др., ИГЭ РАН, Москва), подтопления и комплексных природно-техногенных опасностей на городских территориях (В.Г. Заиканов и др., ИГЭ РАН, Москва).

Обсуждение гидрогеоэкологических проблем при решении различных задач инженерной геодинамики было выделено на конференции в небольшую, но емкую по содержанию секцию. С их глубоким обзорным анализом выступила д.г.-м.н. И.В. Галицкая (ИГЭ РАН, Москва). В ее докладе (в соавторстве с к.г.-м.н. И.А. Костиковой) на конкретных примерах показано, что значительное изменение гидродинамических и гидрогеохимических условий на застраиваемых и застроенных территориях является одной из важных причин активизации опасных геологических и инженерно-геологических процессов: подтопления, оползнеобразования, карстообразования и др. Авторами продемонстрирована важная роль подземных вод в формировании и развитии техногенного литогенеза – одного из важнейших геологических (инженерно-геологических) процессов, обусловленных инженерно-хозяйственной деятельностью человека на градопромышленных территориях. Роль гидрогеохимических и гидродинамических условий в техногенной активизации карстовых процессов была подробно рассмотрена к.г.-м.н. О.Ю. Мещеряковой и к.г.-м.н. Н.Г. Максимовичем (ЕНИ ПГНИУ, Пермь) на ряде примеров из практики эксплуатации гидротехнических сооружений в разных регионах распространения эвапоритовых формаций. Ими убедительно показано, что инженерные ошибки, ведущие к негативным последствиям

для сооружений, к сожалению, повторяются на протяжении последнего столетия. Для безопасной эксплуатации сооружений в районах развития эвапоритов необходимы особые подходы, основанные на глубоком понимании сути карстовых процессов. Гидрогеоэкологические аспекты имеют первоочередное значение и при решении одной из важнейших задач современности – захоронении промышленных и коммунальных отходов. Это было убедительно продемонстрировано в докладе Р.Х. Мусина (КФУ, Казань), который вызвал многочисленные вопросы коллег и оживленную дискуссию. В его работе была проведена оценка эффективности планируемой реконструкции одного из крупных действующих полигонов захоронения промышленных отходов в Республике Татарстан, с учетом развития процесса самоочищения загрязненных подземных вод.

Заключительная секция XXIV “Сергеевских чтений” охватила широкий круг вопросов, связанных с методикой изучения и мониторинга природных и антропогенных процессов, включая применение дистанционных методов исследования в инженерной геодинамике. О применении дистанционных методов в рамках геологического мониторинга оползневого процесса на территории Уральского федерального округа рассказал научный сотрудник А.А. Худяков (УГГУ, Екатеринбург). Интересные предложения по организации геокриологического мониторинга автомобильных дорог в условиях криолитозоны выдвинул коллектив исследователей из ИГЭ РАН – к.г.-м.н. Д.О. Сергеев, А.П. Кулаков и др. О применении методов математической морфологии ландшафта для оценки изменений природных рисков для линейных сооружений в пределах эрозионно-термокарстовых равнин рассказала к.г.н. В.Н. Капралова (ИГЭ РАН, Москва). Большой интерес аудитории вызвали доклады Е.В. Дробининой (ПГНИУ, Пермь), которая поделилась результатами анализа цифровой модели рельефа при карстологическом прогнозе, а также Р.Ю. Жидкова (ГБУ “Мосгоргеотрест”, Москва), описавшем использование методов машинного обучения для оценки карстово-суффозионной опасности в Москве.

Работа конференции продолжалась два дня и завершилась выездной экскурсией – посещением памятника природы регионального значения – Собакинских ям, представляющих собой систему одиннадцати карстовых озер, вытянутых в цепочку вдоль р. Волга, и исторического города Свияжск.

По традиции к “Сергеевским чтениям” было приурочено торжественное вручение медали им. Е.М. Сергеева “За вклад в развитие инженерной геологии”. В 2023 г. лауреатами медали стали д.г.-м.н. А.В. Аникеев, д.г.-м.н. Е.Н. Самарин и д.г.-м.н. Д.С. Дроздов.

В XXIV “Сергеевских чтениях” приняли очное участие 126 человек, представлявшие 42 научные, учебные, производственные организации из 11 городов России (Москва, Казань, Пермь, Екатеринбург, Санкт-Петербург, Уфа, Дзержинск, Архангельск, Сочи, Пенза, Чебоксары), а также Казахстана. Более 20 человек участвовали дистанционно через онлайн подключение.

Все научные доклады, поступившие на конференцию и одобренные редколлегией (77 докладов), включены в электронный сборник трудов “Сергеевские чтения”, который будет проиндексирован в базе данных РИНЦ. Сборник разме-

щен на сайте конференции и доступен для скачивания по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/ct-Mm4Dvz4r1t3A>. Авторам лучших докладов предложено представить расширенную версию статьи для публикации в журнале “ГЕОЭКОЛОГИЯ. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология”.

На сайте конференции <https://sergeev2023-conf.ru/> размещен фотоотчет, который также доступен для скачивания.

О.Н. Еремина