



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

# СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Выпуск 24**

Фундаментальные и прикладные  
вопросы инженерной геодинамики

Материалы годичной сессии  
Научного совета РАН по проблемам геоэкологии,  
инженерной геологии и гидрогеологии  
(30-31 марта 2023 г.)

Москва  
Издательство «Геоинфо»  
2023

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной  
геологии и гидрогеологии

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра общей геологии и гидрогеологии

## ***СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ***

***Фундаментальные и прикладные вопросы  
инженерной геодинамики***

***Выпуск 24***

Материалы годичной сессии  
Научного совета РАН по проблемам геоэкологии,  
инженерной геологии и гидрогеологии  
(30-31 марта 2023 г.)



Москва  
Издательство «Геоинфо»  
2023

ББК 26.3  
С 32  
УДК 624.131.: 551.3.

**Сергеевские чтения.** Фундаментальные и прикладные вопросы инженерной геодинамики. Выпуск 24. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (30-31 марта 2023 г.). Москва: Издательство «Геоинфо», 2023. - стр. 365

**ISBN 978-5-9908493-9-6**

В сборнике опубликованы доклады, представленные на двадцать четвертую ежегодную конференцию «Сергеевские чтения» памяти академика Е.М. Сергеева – выездную сессию Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, организованную в г. Казани при участии кафедры общей геологии и гидрогеологии Казанского федерального университета 30-31 марта 2023 г. Чтения были посвящены обсуждению фундаментальных и прикладных вопросов инженерной геодинамики. В соответствии с обсуждавшимися на конференции темами, сборник состоит из следующих разделов: Развитие теоретических основ инженерной геодинамики и нормативное регулирование изучения опасных геологических процессов при инженерных изысканиях; Вопросы эндогенной геодинамики в инженерной геологии; Изучение опасных склоновых процессов, оценка их опасности и риска; Природные и антропогенные процессы как фактор формирования инженерно-геологических условий территорий; Гидрогеоэкологические аспекты инженерной геодинамики; Методика изучения и мониторинга природных и антропогенных процессов; Дистанционные методы исследований в инженерной геодинамике; Моделирование при решении задач инженерной геодинамики. Для специалистов, студентов и аспирантов в области инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии.

**Р е д а к ц и о н н а я   к о л л е г и я :**

В.И. Осипов (главный редактор), Е.А. Вознесенский (зам. главного редактора), Е.В. Булдакова, О.Н. Еремина (отв.секретарь), И.В. Козлякова, И.А. Костикова, Н.Г. Мавлянова, П.С. Микляев, Т.В. Орлов, А.Л. Стром, Г.П. Постоев.

© Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, 2023

© Изд-во «ГеоИнфо», 2023

# ТЕХНОГЕННЫЕ КАРСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ ПЛОТИН В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ЭВАПОРИТОВ

Н.Г. Максимович<sup>1</sup>, П. Миланович<sup>2</sup>, О.Ю. Мещерякова<sup>1</sup>, К.А. Мещеряков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15.

E-mail: nmax@psu.ru

<sup>2</sup>Университет г. Белграда, г. Белград, Сербия

**Введение.** Одним из неблагоприятных инженерно-геологических условий строительства гидротехнических сооружений является наличие в зоне их влияния эвапоритов. В мире насчитывается около 90 действующих, недостроенных, разрушенных плотин, в основании которых залегают сульфатные и соляные породы. Наличие в зоне влияния водохранилища также создает ряд проблем.

В практике отечественного гидротехнического строительства наличие гипса в толще пород основания сооружений долгое время считалось безусловно отрицательным обстоятельством при выборе створа. Достаточно вспомнить многолетнюю историю изысканий для выбора створа плотины Чебоксарской ГЭС на р. Волге. Они начались в 1932 г. и до 1940 г. на участке долины реки от г. Васильсурска до г. Мариинский Посад, длиной 240 км, было разведано 8 створов, при сопоставлении которых главным критерием была глубина залегания гипсоносной толщи несмотря на то, что она залегала на 100 м ниже подошвы основания проектировавшихся сооружений.

Наличие растворимых пород и развитие карстовых процессов в районе напорных гидротехнических сооружений значительно повышает стоимость их строительства и ремонта, создает серьезные проблемы при их эксплуатации, а в ряде случаев может привести к авариям и разрушению плотины. Как показала практика, стоимость ремонтных работ, связанных с развитием карстовых процессов, может быть сопоставима со стоимостью строительства сооружения [2, 13].

При эксплуатации плотин и водохранилищ при наличии эвапоритовых пород возникает целый ряд различных негативных процессов. Наиболее распространенными являются:

- утечки из водохранилища;
- снижение устойчивости основания плотины;
- карстовые процессы в зоне влияния водохранилища;
- переработка берегов водохранилища, сопровождаемая растворением эвапоритов;
- изменение химического состава воды водохранилища.

**Утечки из водохранилища.** При наполнении водохранилища в эвапоритовых породах происходит расширение существующих и развитие новых каналов фильтрации. Фильтрационные потоки появляются в виде источников на берегах рек ниже по течению от плотины или в виде новых источников в близлежащих речных долинах, расположенных на более низких высотных отметках.

С данной проблемой пришлось столкнуться при первом частичном затоплении водохранилища Мосул (Ирак), построенного в 1986 г. Фильтрация была зафиксирована сразу после начала подъема воды [7]. Подъем уровня водохранилища сопровождался увеличением расхода утечек. Просачивание происходило через основание плотины и в левобережное примыкание. По мере того, как уровень поднимался с 49 до 65 м, фильтрация увеличивалась примерно с 500 до 1400  $\text{дм}^3/\text{с}$ .

Во время заполнения водохранилища Джумина (Тунис) просачивание началось с 0,5  $\text{м}^3/\text{с}$ , а при достижении максимального уровня – увеличилось примерно до 1,0  $\text{м}^3/\text{с}$  [17]. Фильтрация из водохранилища Хуошипо (Китай) достигает 237  $\text{дм}^3/\text{с}$  при напоре всего в несколько метров [9]. В результате фильтрации во время маловодья водохранилище Анкор (США) полностью высохло [8].

Фильтрация через эвапориты из водохранилища Макмиллан (США) началась при заполнении в 1893 г., а в 1954-1959 годы увеличилось с 0,28 до 2,8  $\text{м}^3/\text{с}$  при подъеме водохранилища всего на 3,5 м [5].

Утечки на плотине Каспе (Испания) были обнаружены во время заполнения водохранилища, и их объем экспоненциально возрастал до 200  $\text{дм}^3/\text{с}$  [11].

Аналогичные проблемы наблюдались на плотинах Аллос (Испания), Кангир (Иран) и Муджиб (Иордания) [6, 15].

**Снижение устойчивости основания плотины.** Растворение эвапоритов в основании плотин существенно снижает его несущую способность.

Самый трагический пример – разрушение плотины Св. Франциска (Калифорния, США). Эта бетонная гравитационная арочная плотина высотой 60 м была построена между 1924 и 1926 гг. Вследствие растворения гипса, содержащегося в конгломератах основания, 12-13 марта 1928 г. по левому берегу плотины произошел мощный оползень. Паводковая волна высотой около 45 м всего за 5,5 часов прошла 83 км и достигла Тихого океана. Официальное число погибших составляло 432 человека [16].

Плотина Куэйл-Крик Дайк (штат Юта, США) – еще один пример разрушения плотины из-за присутствия эвапоритов в основании. Сразу после завершения её строительства в 1985 г. началась интенсивная фильтрация. Несмотря на проведение цементации, в 1989 г. плотина разрушилась. Образовался проран шириной около 100 м и глубиной 25-30 м. К счастью, обошлось без человеческих жертв [14].

При заполнении водохранилища Сан-Хуан (Испания) в 2001 г. произошло интенсивное растворение гипса и обрушение части дамбы, образовав проран глубиной 10 м, шириной 16 м [6].

**Карстовые процессы в зоне влияния водохранилища.** При наполнении водохранилища начинается фильтрация пресных речных вод вглубь берегов и растворение эвапоритов. Активизация карстовых процессов и, как следствие, провалы могут происходить вдали от водохранилища. Наполнение Камского водохранилища (Россия) усилило процесс растворения гипсовых толщ, слагающих берега. Новые провалы были зафиксированы на расстоянии до 3 км от водохранилища. Затопление Братского водохранилища (Россия) также вызвало развитие нескольких крупных карстовых провалов диаметром 20-30 м и глубиной до 17 м на расстоянии до 5 км от водохранилища [1].

Образование провалов, несмотря на различные противофильтрационные мероприятия, наблюдалось в районе плотины Мосул (Ирак). Так, в период 1992-1998 гг., образовались 4 новых крупных воронки. В 2011 г. батиметрическая съемка дна водохранилища также выявила свежие карстовые провалы [4, 7].

Плотина Анкор (Вайоминг, США) была построена, несмотря на наличие гипса в основании. На этапе изысканий было задокументировано более 50 воронок. Сразу после заполнения водохранилища были зарегистрированы крупные трещины и провалы диаметром около 100 м и глубиной 18-30 м. Для предотвращения процессов фильтрации была возведена земляная дамба, строительство которой в итоге не решило проблему. В связи с этим водохранилище никогда не заполнялось полностью [8].

Через 2,5 года эксплуатации плотины Ла Лотета (Испания) в левом крыле был обнаружен провал. В последующие годы также были зафиксированы новые воронки и провалы. Оседания поверхности достигали 13,8 мм/год [6].

**Переработка берегов водохранилища.** При наполнении водохранилища при его эксплуатации наличие эвапоритов приводит к ускорению переработки берегов за счет растворения, выноса заполнителя существующих карстовых полостей, активизации оползней.

Водоохранилище Готванд (Иран) является примером активизации оползней, характерной для краев диапировых структур [12].

По результатам 25-летних исследований И. А. Печеркин [3] сделал вывод, что скорость отступления берегов Камского водохранилища, залегающих в гипсовых породах, составляет примерно 2,5 м/год. В настоящее время скорость отступления берегов значительно меньше.

**Изменение химического состава воды водохранилища** связано с высокой растворимостью гипса и особенно галита. Примерами являются водохранилища в районе Персидского залива: Готванд, Хордад 15, Марун, Джаррех, Сеймарех, Ковсар, Наргеси, Херсан III, Кангир и другие. Так, на плотине Хордад 15 высокая минерализация воды сделала её непригодной для питьевого водоснабжения и орошения.

Интересные результаты были получены при исследованиях водохранилища Готванд (Иран). На дне водохранилища образовался 30-метровый слой плотной воды с минерализацией 100 г/л. Качество воды верхних 70 м водохранилища достаточно хорошее, и она используется для орошения [10].

**Заключение.** Приведенные примеры показывают, что строительство гидротехнических сооружений в районах развития эвапоритов практически всегда приводят к техногенной активизации карста. Изучение опыта строительства в таких районах показывает, что ошибки, ведущие к негативным последствиям, повторяются на протяжении последнего столетия. Для безопасной эксплуатации сооружений в районах развития эвапоритов необходимы особые подходы, основанные на глубоком понимании сути карстовых процессов.

*Работа подготовлена при поддержке Пермского краевого отделения Русского географического общества.*

### Литература

1. Козырева Е.А., Тржцинский Ю.Б., Мазаева О.А. Карстово-оползневые и карстово-эрозионные процессы в локальных геосистемах береговых зон Братского водохранилища // *Геоморфология*. 2008. № 1. С. 36-42.
2. Максимович Н.Г. Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС). Пермь: ООО ПС «Гармония», 2006. 212 с.
3. Печеркин И.А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. – Ч. 2: Геологические процессы. – Пермь, 1969. – 308 с.
4. Adamo N., Al-Ansari N. 2016. Mosul Dam the full story: Engineering problems. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering* 6 (3): 213–244.
5. Cox E.R. 1967. *Geology and hydrology between Lake McMillan and Carlsbad Springs, Eddy County, New Mexico. Geological Survey Water-Supply Paper 1898. Washington.*
6. Gutierrez F., Desir M., Gutierrez M. 2003. Causes of the catastrophic failure of an earth dam built on gypsiferous alluvium and dispersive clays (Altorricon, Huesca Province, NE Spain). *Environmental Geology* 43: 842–851.
7. Guzina, B.J., Sarić M., Petrović N. 1991. *Seepage and Dissolution at Foundations of Dam During the First Impounding of the Reservoir, 1459. Vienne: Commission Internationale Des Grandes Barages.*
8. Jarvis T. 2003. The money pit: Karst failure of Anchor Dam, Wyoming. In *Evaporite Karst and Engineering/Environmental problems in the United States*, 271–278, ed. K.S. Johnson and J.T. Neal, Oklahoma Geological Survey Circular 109.
9. Lu Y., Cooper H.A. 1997. In *Gypsum karst geohazards in China. The Engineering Geology and Hydrogeology of Karst Terrains*, ed. Back and Stephenson, Rotterdam: Balkema.
10. Mahjoob D.F., Sadatifard A., Hassani H., Zia A. 2014. Upper Gotvand Dam and Hydro power plant dealing with salinity in reservoir. Challenges, remedies and evaluations. In *International Symposium on Dams in a Global Environmental Challenges*, Bali, Indonesia.
11. Mancebo Piqueres J.A., Sanchez Perez E., Menendez-Pidal I. 2011. Water seepage beneath dams on soluble evaporate deposits: a laboratory and field study (Caspé dam, Spain). *Bulletin of Engineering Geology*. <https://doi.org/10.1007/s10064-0379-2>. Springer-Verlag.
12. Meshkat T., Mahjoob Farshchi D., Ebtekar E. 2018. Evaluation of evaporate karstic challenge in Gotvand dam reservoir. In *Proceedings of International Symposium, KARST 2018, Expect the Unexpected*, ed. S. Milanović and Z. Stevanović, 89–96. Belgrad: Centre for Karst Hydrogeology.
13. Milanović P., Maksimovich N., Meshcheriakova O. *Dams and Reservoirs in Evaporites / Springer, Cham, 2019. 157 p. doi.org/10.1007/978-3-030-18521-3.*
14. Payton C.C., Hansen M.N. 2003. Gypsum karst in southwestern Utah: Failure and reconstruction of Quail Creek Dike. In *Evaporite karst and engineering/environmental problems in the United States*, ed. K.S. Johnson and J.T. Neal, Oklahoma Geological Survey Circular 109.
15. Rezaei A., Karimi H., Zhan H. 2017. The importance of understanding the hydrogeology and geochemistry of karst terrains for safely sitting dams. *Journal of Cave and Karst Studies* 79 (1): 48–58.
16. Rogers J.D., Hasselmann K.F. 2013. The St. Francis Dam Failure: Worst American engineering disaster of the 20th century. In *AEG Shelmon Specialty Conference: Dam Failures and Incidents*. Denver: Association of Environmental and Engineering Geologists.
17. Sari S. 2013. Détection des fuites d'eau dans le barrage de Joumine et étude de la sédimentation dans le barrage de Ghezela par la méthode nucléaire, 20–40. Rapport interne INIS-TN-193– Université de Jendouba, Tunisie.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	4
--------------------------	---

### **ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ И НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ**

<i>Барыкина О.С., Зеркаль О.В.</i> Суффозионные оползни как специфический тип склоновых деформаций .....	5
<i>Габиров Ф.Г., Габирова Л.Ф.</i> Об определении экзогенного геологического процесса «эрозия» на основе системного анализа .....	10
<i>Зеркаль О.В.</i> Особенности оползней как объектов изучения .....	13
<i>Калинин Э.В., Зеркаль О.В., Барыкина О.С.</i> Теоретические проблемы и современные задачи инженерной геодинамики .....	18
<i>Постоев Г.П., Казеев А.И., Кучуков М.М., Орлова Н.А.</i> Геологический критерий 0,009 в развитии геодинамических процессов .....	23
<i>Свалова В.Б.</i> Риск-анализ, риск-менеджмент и устойчивое развитие горных территорий .....	29
<i>Трофимов В.Т., Харьковина М.А.</i> Оценка опасных процессов: нормативно-технические документы на инженерные изыскания новые, а проблемы старые .....	34

### **ГЛАВА 2. ВОПРОСЫ ЭНДОГЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ**

<i>Аухатов Я.Г.</i> Современные надвиговые движения в нефтегазоносных бассейнах и вопросы экологии нефтегазового комплекса .....	38
<i>Бондарь И.В., Гордеев Н.А.</i> Напряженное состояние Тульйокской зоны разломов в пределах Хибинского массива (Кольский полуостров) .....	41
<i>Ковачев С. А., Крылов А.А., Миронюк С.Г.</i> Сейсмологический мониторинг Южно-Мангышлагского региона нефтедобычи Западного Казахстана .....	46
<i>Микляев П.С., Петрова Т.Б., Климишин А.В., Щитов Д.В., Сидякин П.А., Гаврильев С.Г.</i> Радоновые аномалии в зонах активных разломов .....	51
<i>Нестеренко М.Ю.</i> Природно-техногенная сейсмическая активность в Южном Предуралье .....	57
<i>Свалова В.Б.</i> Геодинамика литосферы и проблемы территориального планирования Кавказского региона .....	61
<i>Стром А.Л., Темис М.Ю.</i> Активные разломы, пересекающие трассы линейных сооружений: неопределенности при оценке параметров подвижек и возможные инженерные решения .....	66
<i>Фролова Н.И., Габсатарова И.П., Суцев С.П., Угаров А.Н., Малаева Н.С.</i> Возможные последствия сценарных землетрясений в Кавминводской зоне .....	71
<i>Чернов М.С., Ермолинский А.Б., Соколов В.Н., Разгулина О.С.</i> Особенности активизации склоновых процессов в массивах глинистых грунтов термальных полей южной Камчатки .....	77

### **ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ОПАСНЫХ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ; ОЦЕНКА ИХ ОПАСНОСТИ И РИСКОВ**

<i>Аверин И.В., Самарин Е.Н., Зеркаль О.В., Новиков П.В.</i> Опасные геологические процессы правобережья р. Юрмаш и их влияние на объекты транспортные инфраструктуры .....	81
<i>Барановский А.Г.</i> Оценка изменения прочностных свойств элювиальных глинистых грунтов при активизации склоновых процессов .....	85
<i>Дзаганя Е.В.</i> Оценка селевой и лавинной опасности Черноморского побережья Кавказа при выполнении экологических изысканий .....	90

<i>Зеркаль О.В., Черноморец С.С., Савернюк Е.А.</i> Оползень «Бузулган» и его влияние на селевую опасность	95
<i>Кропоткин М.П., Прасолов А.А.</i> Некоторые аспекты влияния переуплотнения грунтов на развитие оползней Москвы	99
<i>Латыпов А.И., Гараева А.Н., Яббарова Е.Н., Усманов Р.М., Королёв А.Э.</i> Природно-техногенные геодинамические процессы, активизированные при устройстве выемок грунта трассы М-12 на территории Приволжской возвышенности	104
<i>Новиков П.В., Аверин И.В., Зеркаль О.В., Самарин Е.Н.</i> Новые данные о строении оползневого массива на территории Карамышевской набережной (Москва)	109
<i>Петров Н.Ф., Никонорова И.В., Салыхова Р.Ю., Ялуков Т.В.</i> Факторы геологических опасностей в микрорайоне «Снегири» г. Чебоксары	113
<i>Стром А.Л., Фоменко И.К., Зеркаль О.В.</i> Скальные оползни известнякового Дагестана – распространение, возможная связь с сейсмичностью и возникающие в связи с этим противоречия	118
<i>Фоменко И.К., Зеркаль О.В., Самарин Е.Н.</i> Вероятностный анализ количественной оценки устойчивости склона	123
<i>Фролова Ю.В., Зеркаль О.В., Большаков И.Е.</i> Гидротермальные преобразования пород как фактор развития оползневых процессов в геотермальных районах Курило-Камчатского региона	128
<i>Фуникова В.В., Шарипов Р.Ш., Зеркаль О.В., Фоменко И.К.</i> Устойчивость оползневого склона в зоне влияния участка автодороги Обигарм-Нурабад (Таджикистан)	132

#### **ГЛАВА 4. ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИЙ**

<i>Абатурова И.В., Стороженко Л.А., Савинцев И.А., Ковязин И.Г.</i> Развитие оврагов в пределах городских территорий (на примере г. Ханты-Мансийск)	137
<i>Андреева Т.В., Барыкина О.С., Балыкова С.Д., Магдиев М.М.</i> К вопросу о просадочности лессовых грунтов Центральной Азии	141
<i>Аникеев А.В.</i> Карстово-суффозионная опасность и риск на участке Нижегородской АЭС	146
<i>Дашко Р.Э., Карпенко А.Г., Колосова Д.Л.</i> Инженерно-геологические процессы как результат деятельности микроорганизмов на примере подземного пространства Санкт-Петербургского региона	151
<i>Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Булдакова Е.В.</i> Геологические и геоэкологические процессы в городах	156
<i>Заиканова И.Н.</i> Рекомендации по минимизации воздействия экзогенных геологических процессов на основе структурно-геоморфологического картографирования и ретроспективного анализа достроительных мероприятий в г. Плесе	160
<i>Ковалёва Т.Г., Щербаков С.В., Селина З.В.</i> Развитие карстовых и суффозионных процессов в долине р. Волга в окрестностях г. Казани	164
<i>Козлякова И.В., Еремина О.Н., Романова Е.Р., Хайрединова А.Г., Чуткерашвили Е.С.</i> Карта типологического инженерно-геологического районирования для размещения твердых коммунальных отходов на территории Московской области	168
<i>Корженевский Б.И., Коломийцев Н.В.</i> Паводок в Ялте летом 2021 г. и последующая эволюция природно-техногенной части речных русел	172
<i>Красовская И.А., Галкин А.Н., Павловский А.И.</i> Суффозионные процессы как один из факторов формирования инженерно-геологических условий на территории Белоруссии	176
<i>Лаврусевич А.А., Хоменко В.П., Леоненко М.В., Лаврусевич И.А., Алешина Т.С., Макеева Т.Г., Криночкина О.К., Валиев Р.П.</i> Особенности оценки карстоопасности территории развития воронок коррозионно-эрозионного генезиса проектируемой автодороги Мезмай-Лагонаки	181

<i>Лихачёва Э.А., Чеснокова И.В.</i> Антропогенный морфолитогенез – синтез природных и инженерных процессов .....	186
<i>Любимова Т.В.</i> Оценка потенциальных геологических рисков (на примере Краснодарского края) .....	190
<i>Орлов Т.В., Бондарь В.В., Архипова М.В.</i> Анализ динамики активизации озерного термокарста за период 1966-2021 г. (на примере участка Яно-Индибирской низменности) . . .	194
<i>Орлов Т.В., Бондарь В.В., Шахматов К.Л.</i> Исследование мощности торфа осушенных и выработанных торфяников как показателя развития опасных природно-техногенных процессов .....	199
<i>Осипов В.И., Мамаев Ю.А., Еремина О.Н.</i> Геодинамические процессы как критерий геоэкологической оценки территорий для размещения полигонов твердых коммунальных отходов .....	204
<i>Романова Е.Р., Буфеев Ф.К.</i> Районирование участка на северо-западе Москвы по степени карстовой опасности .....	206

## **ГЛАВА 5. ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ**

<i>Абдрахманов Р.Ф.</i> Математическое моделирование при проектировании природно-техногенной геофильтрационной системы Уфимской городской свалки .....	210
<i>Беляев А.Ю., Медовар Ю.А., Юшманов И.О.</i> Моделирование природных и антропогенных процессов при решении инженерно-геологических задач .....	215
<i>Галицкая И.В., Костилова И.А.</i> Гидрогеологические аспекты инженерной геодинамики .....	219
<i>Данзанова М.В., Павлова Н.А.</i> Режим надмерзлотных вод на территории аэропорта г. Якутск .....	223
<i>Екимова О.А.</i> Подтопление территорий в зонах влияния накопителей сточных вод Среднего Урала .....	226
<i>Максимович Н.Г., Миланович П., Мещерякова О.Ю., Мещеряков К.А.</i> Техногенные карстовые процессы при сооружении плотин в районах развития эвапоритов .....	230
<i>Муратханов Д.Б., Рахимов Т.А., Рахметов И.К.</i> Применение методов математического моделирования для прогноза антропогенного влияния на гидроэкологическое состояние оз. Балхаш (Казахстан). .....	233
<i>Мусин Р.Х., Галиева А.Р., Курлянов Н.А.</i> Водно-балансовые расчеты на подтапливаемых промплощадках .....	239
<i>Мусин Р.Х., Галиева А.Р., Курлянов Н.А.</i> Оценка эффективности планируемой реконструкции одного из полигонов промышленных отходов .....	244
<i>Огонеров В.В.</i> Гидродинамический режим подземных вод надмерзлотных таликов и геотермический режим грунтов на намывной территории г. Якутска .....	248
<i>Рыбникова Л.С., Рыбников П.А., Ефремов Е.Ю.</i> Оценка влияния коэффициента фильтрации зоны дезинтегрированного массива зоны обрушения на рудничный водоприток с помощью моделирования .....	252
<i>Толкачёв Г.Ю.</i> Миграция тяжелых металлов при эрозионных процессах на водосборных территориях, в воде и донных отложениях Ивановского водохранилища .....	256

## **ГЛАВА 6. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ. ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКЕ**

<i>Баишев Н.Е.</i> Применение водного индекса NDWI при изучении периодов питания природно-техногенных наледей .....	261
<i>Гридневский А.В.</i> Радиолокационная интерферометрическая съемка в мониторинге геологической среды территории г. Ростов-на-Дону .....	266

<i>Дробинина Е.В., Золотарев Д.Р.</i> Анализ цифровой модели рельефа в карстологическом прогнозе .....	271
<i>Елохина С.Н., Худяков А.А.</i> Применение дистанционных методов в рамках геологического мониторинга оползневых процессов на территории Уральского федерального округа .....	276
<i>Жидков Р.Ю.</i> Обоснование использования методов машинного обучения для оценки карстово-суффозионной опасности в г. Москве .....	281
<i>Игнатчик Е.М., Капустян Н.К., Антоновская Г.Н., Басакина И.М.</i> Новые возможности раннего выявления антропогенных опасных процессов в железнодорожных насыпях (на примере Архангельской области) .....	287
<i>Ковалёва Т.Г., Селина З.В., Новикова А.А., Голубев А.А.</i> Исследование карстовых полостей методом видеокаротажа .....	291
<i>Кулаков А.П., Сергеев Д.О., Микляев П.С., Орлов Т.В.</i> Предложения по организации геокриологического мониторинга автомобильных дорог в условиях криолитозоны .....	296
<i>Локтев А.С.</i> Изучение геологических опасностей при инженерно-геологических изысканиях на шельфе .....	299
<i>Матюшенко А.А., Иванов А.А., Посеренин А.И.</i> Применение межскважинного сейсмического профилирования при изучении карстоопасных территорий г. Москвы .....	303
<i>Мочалов В.Ф., Григорьева О.В., Спесивцева К.А.</i> Технология обработки материалов мультиспектральной космической съемки при инженерно-геологическом районировании территории .....	307
<i>Наход В.А., Малов А.И.</i> Исследование сейсмического воздействия на карстовый рельеф ландшафтного заказника при ведении взрывных работ на месторождении гипсов в Архангельской области .....	311
<i>Рукавицын В.В., Экзарьян В.Н.</i> Использование картографирования для создания цифровой модели инженерно-экологических изысканий .....	315

## **ГЛАВА 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДИНАМИКИ**

<i>Артамонова Н.Б., Шешенин С.В., Мирный А.Ю., Орлов Е.А., Третьяков С.Д., Миниханов К.А.</i> Математическая модель нелинейной консолидации грунта и определение ее параметров .....	320
<i>Викторов А.С., Архипова М.В., Капралова В.Н., Орлов Т.В., Трапезникова О.Н., Зверев А.В.</i> Экзогенные геологические процессы как фактор динамического равновесия морфологических структур .....	325
<i>Викторов А.С., Капралова В.Н., Архипова М.В.</i> Оценка изменений природных рисков для линейных сооружений в пределах эрозионно-термокарстовых равнин с помощью методов математической морфологии ландшафта .....	330
<i>Габиров Ф.Г., Зейналов А.З.</i> Исследование контактного взаимодействия подпорных стен из утилизированных покрышек с удерживаемым грунтом .....	335
<i>Кутергин В.Н., Карпенко Ф.С., Панков К.В.</i> Моделирование реакции грунтов оснований инженерных сооружений на движение ледовых полей .....	341
<i>Орлов Е.А., Артамонова Н.Б., Шешенин С.В., Фролова Ю.В., Хамидуллин И.Р.</i> Моделирование процесса деформирования грунта методом двух масштабов .....	346
<i>Строкова Л.А.</i> Оценка эрозионной опасности водосбора р. Чильчи Амурской области .....	351
<i>Указатель авторов</i> .....	356