

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе  
(МГРИ)



# ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ТОМ 3

*Гидрогеология и инженерная геология  
Геоэкология  
Строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения*

**IX Международной научной конференции  
молодых ученых  
«Молодые - Наукам о Земле»**

*International Scientific Conference of Young Researchers  
«The Young - for the Earth Sciences»*

*Партнеры конференции:*



Металлоинвест



АЛРОСА

*При финансовой поддержке:*



MICROMINE



ВИМС



Новый Поток

23 Октября 2020 | October, 23, 2020

Москва | Moscow



УДК 082 +[550.8+553](082)  
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

Молодые - Наукам о Земле: в 7 т. Материалы IX Международной научной конференции молодых ученых «Молодые - Наукам о Земле»– М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2020.

ISBN 978-5-6045456-0-7

Т. 3 : Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология / ред. коллегия: В.А. Косьянов, В.Ю. Керимов, В.В. Куликов. - М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2020. – 370 с.

ISBN 978-5-6045456-3-8

УДК 082 +[550.8+553](082)  
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

ISBN 978-5-6045456-3-8 (т. 3)  
ISBN 978-5-6045456-0-7

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2020



## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

1. АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЮБЕРЕЦКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ.  
*Ахтямова М.Р.\* (МГРИ, maryamaht@gmail.com), Буфеев Ф.К. (МГРИ, fbufeev@hotmail.com).....10*
2. ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕДНИКОВ БОЛЬШОГО КAVКАЗА ЗА ПЕРИОД С 1974 ДО 1999 ГГ.  
*Гармаева Е.А. (МГРИ, lizagarmaeva8@mail.ru), Немцев Г.Д. (МГРИ, grisha-nemc@yandex.ru), Пономарева О.Е. (МГРИ, o-ponomareva@yandex.ru).....15*
3. О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПО АДМИНИСТРАТИВНО - ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ДЕЛЕНИЮ КАЗАХСТАНА  
*Ерменбай А.М. (Satbayev University, Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, e-mail: a.yermenbay@satbayev.university).....19*
4. ВОЗМОЖНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ТЕРРИТОРИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ.  
*Ершов В.В. (ФГБУ Гидроспецгеология, ilfsm@mail.ru).....23*
5. ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СЕЙСМОГЕННОЙ ПРИРОДЫ КАХСКОГО ОПОЛЗНЯ (ГОРНЫЙ ДАГЕСТАН)  
*Кабирова А.Д. (МГУ, adelina.kabirova@mail.ru), Тарабукин В.В. (МГРИ, tarabukin.vladislav@yandex.ru).....27*
6. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ  
*Колошеин В.Б.\* (МГРИ, valentin.koloshein@gmail.com), Шубина Д.Д. (МГРИ, ddshubina@gmail.com), Романов В.В. (МГРИ, roman\_off@mail.ru).....31*
7. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ ФУНДАМЕНТОВ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ МЕТОДОМ МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ  
*Кулешов А.П. (МГРИ, 87kuleshov@mail.ru), Петрова И.И. (МГРИ, 56irinapetrova47@mail.ru).....34*
8. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОПОЛЗНЕОБРАЗОВАНИЯ НА БЕРЕГАХ Р.МОСКВА НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ФИЛИ.  
*Локтионов А.Д.\* (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), кафедра инженерной геологии, г. Москва, shuralaktik@yandex.ru), Шубина Д.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), кафедра инженерной геологии, г. Москва, shubinadd@mgri.ru).....38*
9. ОЦЕНКА СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ  
*Никушина Т.А.\* (МГРИ, tanush-618@mail.ru) Дмитриев В.В. (МГРИ, v.v.dmitriev@mail.ru).....42*
10. ЛОКАЛЬНЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ РЕКИ ВОЛГИ ПРЕДВОЛЖЬЯ ТАТАРСТАНА  
*Петрова Д.И.\* (Казанский федеральный университет, darja\_scorpion@mail.ru), Королёв А.Э. (Казанский федеральный университет, AEKorolev@kpfu.ru).....46*
11. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЯ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ХРЕБТА АБИШИРА-АХУБА  
*Попова Е.С.\* (МГРИ, popova8398@yandex.ru), Буфеев Ф.К. (МГРИ, fbufeev@hotmail.com).....49*
12. ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА НОВАЯ ТУРА ЗЕЛЕНДОЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
*Салихова Э.Н.\* (КФУ ИГиНГТ, salikhova.en@gmail.com), Королев Э.А. (КФУ, ИГиНГТ, edik.korolev@gmail.com).....51*
13. СООТВЕТСТВИЕ УСТЬЕВЫХ И ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В САМОИЗЛИВАЮЩИХ ГАЗОВОДЯНЫМ ФЛЮИДОМ СКВАЖИНАХ  
*Секерина И.Н. (ЗАО ГИДЭК, sekerina@hydec.ru), Б.В. Боровский, А.Б. Ракунов (ЗАО ГИДЭК, info@hydec.ru).....55*
14. МЕТОДЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ  
*Суслин И.Р. (МГРИ, suslin.ilya.97@list.ru).....60*
15. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОКРИОЛОГИИ.  
*Щербакоева А.А. (МГРИ, anutkusik@yandex.ru).....63*
16. ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ИНТЕРЕСА У ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕМОСТРАЦИОННЫХ СТЕНДОВ



## «Молодые – Научкам о Земле»

- Щербатова А.А. (МГРИ, [anutkusik@yandex.ru](mailto:anutkusik@yandex.ru)), Белов К.В. (МГРИ, [kostik-belowne@rambler.ru](mailto:kostik-belowne@rambler.ru)), Черепанский М.М. (МГРИ, [vodamch@mail.ru](mailto:vodamch@mail.ru)), Лисенков А.Б. (МГРИ, [lisenkov.rsgpu@mail.ru](mailto:lisenkov.rsgpu@mail.ru)).....66
17. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ  
Бабенко А.В. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, [byvait@yandex.ru](mailto:byvait@yandex.ru)), Шубина Д.Д. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, [ddshubina@gmail.com](mailto:ddshubina@gmail.com)), Фоменко И.К. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, [Ifolga@gmail.com](mailto:Ifolga@gmail.com)).....70
18. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ФГБУ «РОСГЕОЛФОНД» НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ.  
Граневич А.С. (ФГБУ «Росгеолфонд» [mazalkina@mail.ru](mailto:mazalkina@mail.ru)), Ткачева Е.А. (ФГБУ «Росгеолфонд», [etkacheva@rfgf.ru](mailto:etkacheva@rfgf.ru)), Михайлова С.М. (ФГБУ «Росгеолфонд» [svetlanamihaylova@rfgf.ru](mailto:svetlanamihaylova@rfgf.ru)).....74
19. ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ДАМБ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЕЁ УСТОЙЧИВОСТИ (НА ПРИМЕРЕ Г.ХАНОЙ)  
Динь Т.Х. (МГРИ, [dinhthehien07@gmail.com](mailto:dinhthehien07@gmail.com)), Клеблеев Р.А. (МГРИ, [iklerus@yandex.ru](mailto:iklerus@yandex.ru)).....78
20. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИПТС «ВЫБОРГСКИЙ ЗАМОК»  
Дубровин К.А.\* (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), [kadubrovin@gmail.com](mailto:kadubrovin@gmail.com)), Вязкова О.Е. (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ) [wjask@yandex.ru](mailto:wjask@yandex.ru)).....82
21. К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ НА ПРИМЕРЕ НОВО-САВИНОСКОГО РАЙОНА ГОРОДА КАЗАНИ  
Яббарова Е.Н.\* (Казанский (Приволжский) федеральный университет, [yabbarova.en@mail.ru](mailto:yabbarova.en@mail.ru)), Латыпов А.И. (Казанский (Приволжский) федеральный университет, [airatlat@mail.ru](mailto:airatlat@mail.ru)).....85
22. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МЕРЗЛЫХ ОСНОВАНИЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С РЕБРИСТЫМИ СВАЯМИ  
Набережный А.Д., (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Северо-Восточный федеральный университет им.М.К. Аммосова, [artemon2003@inbox.ru](mailto:artemon2003@inbox.ru)), Кузьмин Г.П., (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, [gpkuzmin@mpiysn.ru](mailto:gpkuzmin@mpiysn.ru)).....88
23. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА  
Панков А.А. (ФГБУ «Росгеолфонд», [APankov@rfgf.ru](mailto:APankov@rfgf.ru)), Михайлова С.М. (ФГБУ «Росгеолфонд», [SMihaylova@rfgf.ru](mailto:SMihaylova@rfgf.ru)).....91
24. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГОКА «БАИМСКИЙ»  
Аллянова А.В. ([aleonaya@yandex.ru](mailto:aleonaya@yandex.ru), г. Москва, Россия).....94
25. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ ОТРАСЛИ.  
Чихоткин А.В. (Китайский геологический университет (г. Ухань, Китай) e-mail: [alexche86@gmail.com](mailto:alexche86@gmail.com), Тел.: 8 964 551 34 17).....98
26. УЧЕТ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ  
Шубина Д.Д.\* (МГРИ, [ddshubina@gmail.com](mailto:ddshubina@gmail.com)), Невечеря В.В. (МГРИ, [nevecheryavn@mgri.ru](mailto:nevecheryavn@mgri.ru)), Фоменко И.К. (МГРИ, [ifolga@gmail.com](mailto:ifolga@gmail.com)), Супоткина О.Н. (МГУ, [onsirotkina@mail.ru](mailto:onsirotkina@mail.ru)).....103
27. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЧНОСТИ МЕЛА В СИЛЬНОВЫВЕТРЕЛОМ СОСТОЯНИИ  
Мишакина Д.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: [mishakina6666@mail.ru](mailto:mishakina6666@mail.ru)), Мишунин С.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: [mishuniun\\_stepan@mail.ru](mailto:mishuniun_stepan@mail.ru)), Овчинников А.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: [ovchinnikov@bsu.edu.ru](mailto:ovchinnikov@bsu.edu.ru)).....107
28. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕЖДУРЕЧЬЯ КЗЫЛСУ-ПЯНДЖ РАЙОНА ХАМАДОНИ  
Курбанов М.Д. (МГРИ, Москва, Россия, [turod.kurbanov@inbox.ru](mailto:turod.kurbanov@inbox.ru)), Черепанский М.М. (МГРИ, Москва, Россия, [vodamch@mail.ru](mailto:vodamch@mail.ru)).....112
29. ИЗУЧЕНИЕ СЕЙСМОГЕННЫХ ОПОЛЗНЕЙ В ЮЖНЫХ КАРПАТАХ (РУМЫНИЯ) И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА В РОССИИ  
Прасолов А.А.\* (НИУ МГСУ, [ghfcjkjdfylhtq@yandex.ru](mailto:ghfcjkjdfylhtq@yandex.ru)).....115

### СЕКЦИЯ «ГЕОЭКОЛОГИЯ»

30. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА РАСПОЛОЖЕНИЯ КОРОБКОВСКО-КОТОВСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)  
Светашова К. Д. (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, г. Москва, 11999; Ленинские горы, офис 523 ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4; [svetashova\\_kseniya@mail.ru](mailto:svetashova_kseniya@mail.ru)).....119
31. ПРОБЛЕМА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ





- Алеева Р.Н. (МГРИ, rinataal96@mail.ru) Степанов А.В. (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru), Щерба В.А. (МГРИ, shcherba\_va@mail.ru).....124
32. НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СОЛЕОТВАЛА  
Астапенко Т.С.\* (Белорусский национальный технический университет, astapenko.t@bntu.by).....128
33. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЩЕЛКОВО  
Бань Е.Н. (МГРИ, ban\_e@bk.ru).....131
34. ВЛИЯНИЕ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФАТОВ НА ПРОЦЕССЫ ЭВТРОФИКАЦИИ В ВОДОЁМАХ  
Бочко А.А. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, aleks.bochko@mail.ru), Брылов Д.С. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, brylov.dmitrij@yandex.ru).....134
35. МОНИТОРИНГ ЗА КОМПОНЕНТАМИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКОГО УЧАСТКА ГАЗОПРОВОДА «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК – 2»  
Бочко А.А. (МГРИ, aleks.bochko@mail.ru), Захаров А.А. (МГРИ, necrostellar@mail.ru), Цымбал М.Н. (МГРИ, cimbal\_mar@mail.ru).....138
36. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ГАЗООЧИСТКЕ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЭС. СИНТЕЗ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО МЕТОДУ ФИШЕРА-ТРОПША  
Бочко А.А. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, aleks.bochko@mail.ru), Брылов Д.С. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, brylov.dmitrij@yandex.ru).....142
37. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ НЕФТЕБАЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Булгаков К.Д. (МГРИ-РГГРУ, bulgakov\_kd@mail.ru).....145
38. ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В НОВОЙ МОСКВЕ  
Гончаренко С.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе г. Москва, srgygnch@gmail.com), Мазаев А.В. (к.г.-м.н. доцент кафедры экологии и природопользования, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе г. Москва).....149
39. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ООПТ МОСКВЫ  
Горшкова А.С. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, lipok\_97@bk.ru).....151
40. ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД Г. КАЗАНИ  
Ереев Д.А.\* (Казанский федеральный университет, Daniil.ereev@mail.ru), Галиева А.Р. (Казанский федеральный университет, abdullina\_albina94@mail.ru), Кудбанов Т. Г. (Казанский федеральный университет, ferrum828@gmail.com).....154
41. ПРОБЛЕМАТИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАНИЦАХ МЕГАПОЛИСОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ)  
Жаркова К.Н. (МГРИ, thisfieldisfilled@gmail.com).....158
42. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОБЪЕКТАХ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Иващенко А.М.\* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, silverpressure@inbox.ru).....161
43. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ  
Кривомазов А.А. (МГРИ им.Серго Орджоникидзе, anton-krivomazov@mail.ru).....166
44. РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ЗНАЧЕНИЯ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОМ ТРАНСПОРТЕ Г. МОСКВЫ  
Марусов Н.А.\* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), nikos.m@mail.ru).....169
45. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ПРЕВЕНТИВНОЙ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОТВАЛОВ  
Мухина А.С. (Санкт-Петербургский горный университет, aleksandra\_sergeevna94@mail.ru).....173
46. ИТОГОВАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА  
Сазонова В.В. (МГРИ, г. Москва, vlada3303@yandex.ru), Крахина Е.А. (МГРИ), г. Москва, lk98@mail.ru), Савушкина Е.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, eu-savushkina@mail.ru).....177
47. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
Степанов А.В. (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru), Алеева Р.Н. (МГРИ, rinataal96@mail.ru, Щерба В.А. (МГРИ, shcherba\_va@mail.ru).....181



48. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
Сучков Д.В.\* (Санкт-Петербургский горный университет, аспирант, [cjgreykot@gmail.com](mailto:cjgreykot@gmail.com)).....186
49. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Чекалов А. Ю. (г. Москва, МГРИ, [aychekalov@gmail.com](mailto:aychekalov@gmail.com)), Щербакова К. О. (г. Москва, МГРИ, [sherbakovak@mgri.ru](mailto:sherbakovak@mgri.ru)), Алимova М.М. (г. Москва, МГРИ, [munisaalimova999@gmail.com](mailto:munisaalimova999@gmail.com)), Чучадеева А.С. ( МГРИ, [2000chuchadeeva@gmail.com](mailto:2000chuchadeeva@gmail.com)). Научный руководитель: Соловьев Н. В., доктор техн. наук, профессор.....190
50. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОИСКА РАДИАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РАЙОНА МОСКВОРЕЧЬЕ-САБУРОВО  
Шпидонов П.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [icolors@yandex.ru](mailto:icolors@yandex.ru)).....193
51. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЫЛИ И ГАЗА НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ  
Янсаитова Г.И. (МГРИ, [gulsiya.yansaitova@mail.ru](mailto:gulsiya.yansaitova@mail.ru)), Иляхин С.В. ( МГРИ, [isv11@mail.ru](mailto:isv11@mail.ru)).....198
52. CARBON FOOTPRINT ANALYSIS AND EMISSION REDUCTION MEASURES OF LIVESTOCK INDUSTRY IN MONGOLIA  
Tseden-Ish Badrakh, Khadbaatar Sandag («Mongolian national university of Education» [tseden9999@yahoo.com](mailto:tseden9999@yahoo.com)).....201
53. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ФЛОРУ И ФАУНУ (НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ПЛОТНИКОВСКАЯ», КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)  
Сакалы Н. Г. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [n.sakaly@mail.ru](mailto:n.sakaly@mail.ru)), Слащева А. В. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [a.slasceova@mail.ru](mailto:a.slasceova@mail.ru)).....205
54. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ  
Полисцова А.И. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [askiz-13@mail.ru](mailto:askiz-13@mail.ru)), Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [o.hlebosolova@mail.ru](mailto:o.hlebosolova@mail.ru)).....208
55. АНАЛИЗ РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ КАРЬЕРОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Алексеева Ю.Ю. (Московский государственный строительный университет, г. Москва, [jul.alexeeva@yahoo.com](mailto:jul.alexeeva@yahoo.com)), Бузякова И.В. (Московский государственный строительный университет, г. Москва, [buzyakova@mail.ru](mailto:buzyakova@mail.ru)).....213
56. ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
Ахмадиев А.К.\* (МГРИ, [art696@mail.ru](mailto:art696@mail.ru)), Экзарьян В.Н. (МГРИ, [vnekzar@rambler.ru](mailto:vnekzar@rambler.ru)).....218
57. ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ АЗОВСКОГО МОРЯ  
Буфетов Д.О. (МГРИ, e-mail: [mbufetova@mail.ru](mailto:mbufetova@mail.ru)).....222
58. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ  
Глухова М.И. (МГРИ-РГГРУ, [marina5638@mail.ru](mailto:marina5638@mail.ru)).....225
59. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РАЙОНАХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД  
Зотов Д.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [zotovd378@gmail.com](mailto:zotovd378@gmail.com)).....228
60. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРЬЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПЕРИОД С 2016-2018 ГОДА  
Костенко И.С.\* (МГРИ, Экологический факультет; [Galleras4@mail.ru](mailto:Galleras4@mail.ru)), Экзарьян В.Н. (МГРИ, Экологический факультет; [vnekzar@rambler.ru](mailto:vnekzar@rambler.ru)).....231



61. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ В ВОЗДУХЕ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ.  
Кузовкин В.В. (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», vladimir.kuzovkin@bk.ru), Громов С.А. (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»).....235
62. ВАРВОХРОНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКОВ ПРИЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА КУЧЕРЛИНСКОЕ (АЛТАЙ).  
Новиков В.С.\* (Институт геологии и минералогии им. В.Н. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: snovikov50@icloud.com), Дарьин А.В. (Институт геологии и минералогии им. В.Н. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: avd@ihm.nsc.ru), Chu Guoqiang (Institute of Geology and Geophysics CAS, China) .....239
63. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ  
Нурекенов И.С. (МГРИ-РГГРУ, nurekenov00@mail.ru).....242
64. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ДЕЛЬТЫ ДЕЛЬ КАУТО (КУБА)  
Александро О.П. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), alejoxvirgo@gmail.com), Хлебосолова О.А.(ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru).....244
65. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СОЗДАНИЯ МУСОРОСОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ Г. СЕРГИЕВ - ПОСАД  
Пигарева Е.О. (pigareva97@list.ru), Абрамова Е.А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), lpovadina@mail.ru).....247
66. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЗОНЫ В ПРЕДЕЛАХ ПАРКОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОРКУТЫ  
Попов А.Г. (МГРИ-РГГРУ, alexkarasu@mail.ru), Хлебосолова О.А.....250
67. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ МОСКВА  
Кулагина А.С.\*, Сулова А.А.\*, Савушкина Е.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, kulaginaas1901@mail.ru).....253
68. ОБОГАЩЕНИЕ СЛАНЦЕВЫХ ФОРМАЦИЙ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА И ПОСЛЕДСТВИЯ  
Пуланова С.А. (Институт проблем нефти и газа РАН, rupanova@mail.ru).....256
69. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОСКВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПЛАНИРУЕМОЙ РЕНОВАЦИИ  
Сметанин И.А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Ivan\_996bo@mail.ru), Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru).....260
70. СИСТЕМА ГИДРОТРАНСПОРТА ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ  
Снищерева В.П. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»), e-mail: vika.snichereva@mail.ru), Скопинцева О.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: skopintseva54@mail.ru).....266
71. ТИПИЧНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РЕГИОНАЛЬНЫХ ООПТ Г. МОСКВЫ  
Кедо Д.В. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), icolors@yandex.ru).....271
72. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Грибакина М.В.\* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: ma.gr5@yandex.ru), Бузин А.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: 79262115243@ya.ru).....275
73. ВОЗДЕЙСТВИЕ БУРЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ФАУНУ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)  
Маркова Д. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Dasha\_96\_@mail.ru), Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru).....278



74. ОСВОЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
Маркова Д. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), *Dasha\_96\_@mail.ru*), Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), *o.hlebosolova@mail.ru*).....280
75. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ КРУПНЫХ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ  
Береснев В.А.\* (МГРИ-РГГРУ, *vlaber@mail.ru*), Цымбал М.Н. (МГРИ-РГГРУ, *cimbal\_mar@mail.ru*).....283
76. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ АО ПО «СЕВМАШ» Г. СЕВЕРОДВИНСК, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ  
Васекина Д.А.\* (МГРИ, *vasekinad@mail.ru*).....288
77. О ДЕФОРМАЦИЯХ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ В Г. КИСЛОВОДСКЕ  
Галай М.В. (г. Ставрополь, ООО «ГРУНТ», *MVGalay@yandex.ru*) .....291
78. ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ КАК ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР г. БУДЕННОВСКА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ  
Галай О.Б. (ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», *GalayOB@gmail.com*).....294
79. ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕГТЯРСКОГО УЧАСТКА ПОСТЭКСПЛУАТАЦИИ  
Киндлер А.А. (ФБГУ «Гидроспецгеология», филиал «Уральский региональный центр ГМСН», e-mail: *kindler@gmsn-ural.ru*).....297
80. МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕРЕПОВЕЦОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА  
Пугина О.А.\* (Санкт-Петербургский горный университет, *79817657413@yandex.ru*), Пашкевич М.А. (Санкт-Петербургский горный университет, *trash1963@yandex.ru*).....301
81. ПРОБЛЕМА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ОКРУГЕ ПОДОЛЬСК  
Савельев П.М. (МГРИ, *pivprav\_sav@mail.ru*).....304
82. ПРОБЛЕМА ПРЕСНОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН  
Сергеенко Е.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: *john-tiger@mail.ru*), Федотова В.П. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: *rio22754@mail.ru*), Скопинцева О.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: *skopintseva54@mail.ru*).....307
83. ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТОКСООПАСНЫМ УГЛЕВОДОРОДНЫМ СЫРЬЕМ  
Соловьев И.А. (геолог ООО «Геолэкспертиза», e-mail: *ioan98ii@mail.ru*), Якуцени С.П. (генеральный директор ООО «Геолэкспертиза», e-mail: *geolexpertiza@gmail.com*).....311
84. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ/ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ  
Шалаева Л.Г. (Российская детская клиническая больница (РДКБ), медицинская сестра-анестезист, e-mail: *lunalikasvetik@mail.ru*), Андропова Г.В. (Российская детская клиническая больница(РДКБ), старшая медицинская сестра, e-mail: *galochka.androva@gmail.com*), Ганова С.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: *ganova\_s@mail.ru*), Скопинцева О.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: *skopintseva54@mail.ru*).....315
- СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»**
85. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИК РАСЧЕТА СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ НА БАЗЕ АНАЛИЗА РЕКОМЕНДАЦИЙ, НОРМИРУЕМЫХ В США, АНГЛИИ, ФРАНЦИИ И ИТАЛИИ  
Борисова П.А. (МГРИ, *borisova\_18@mail.ru*), Деряшев Л.Г. (МГРИ, *derjushev13@mail.ru*).....320
86. КОМПЛЕКСНЫЕ ТИТАНСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ  
Кузин Е. Н.\* (Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, *e.n.kuzin@mail.ru*).....324
87. ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА  
Натчук М.В. (МАОУ лицей №81, *maks2002.new@mail.ru*), Стрельцов А.А. (МАОУ лицей №81, *maks2002.new@mail.ru*), Васильев М.А. (МАОУ лицей №81, *maks2002.new@mail.ru*).....326





88. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ РЕАГЕНТНОМ КОАГУЛИРОВАНИИ ВОДЫ <i>Обсянникова И.В.* (МГРИ, ira-ows@yandex.ru), Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru)</i> .....	330
89. РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫСОКОЦВЕТНЫХ ВОД МАЛОЙ МУТНОСТИ <i>Обсянникова И.В.* (МГРИ, ira-ows@yandex.ru), Патваканян Р.В. (МГРИ, patr97@mail.ru), Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru)</i> .....	332
90. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ДЛЯ НАРУЖНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ <i>Грибанов Я.А.* (МГРИ, ya.yagr87@yandex.ru)</i> .....	335
91. ВЛАЖНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ОСАДКА В ZIMPRO-ПРОЦЕССЕ С ПОЛУЧЕНИЕМ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ <i>Зубарева О.И. (МГРИ, zubareva_olga_555@mail.ru)</i> .....	337
92. ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕГКОПОДЪЕМНЫХ МОДУЛЕЙ <i>Головатый Е.И. (МГРИ, gol314@mail.ru), Марков Р.А. (МГРИ, gol314@mail.ru)</i> .....	340
93. ИССЛЕДОВАНИЕ АС-СОРБЕНТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ФИЛЬТРАХ ДООЧИСТКИ <i>Головаты Е.И.* (МГРИ, gol314@mail.ru), Калинина К.В. (МГРИ, gol314@mail.ru)</i> .....	342
94. ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД <i>Смирнов Д.Г. (МГРИ, bs_frog@mail.ru), Фрог Д.Б. (НИИСФ РААСН, bs_frog@mail.ru), Гандурина Л.В. (МГРИ, and2@yandex.ru)</i> .....	344
95. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ МУТНЫХ И ЦВЕТНЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД <i>Вечтомова А.В. (МГРИ, bs_frog@mail.ru), Гандурина Л.В. (МГРИ, gand2@yandex.ru)</i> .....	349
96. ПРОБЛЕМА РИСКОВ ОТ ПОЖАРОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ <i>Грибанов Я.А.* (МГРИ, ya.yagr87@yandex.ru)</i> .....	351
97. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ НАСОСОВ НА НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ <i>Дерюшев Л.Г. (МГРИ, Derjushev13@mail.ru)</i> .....	353
98. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ И СТОЧНЫХ ВОД <i>Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru), Королёва Е.А. (МГСУ, bonsai_2y@mail.ru)</i> .....	355
99. ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АКТИВНОГО ИЛА <i>Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru), Королёва Е.А. (МГСУ, bonsai_2y@mail.ru)</i> .....	359
100. ПИТЬЕВАЯ ВОДА В РАБОТЕ ИММУНИТЕТА <i>Ерхов А.А. (МГРИ, a-erhov@yandex.ru), Кравченко Д.С.* (МГРИ, diana.kravchenko.99.99@mail.ru)</i> .....	364
101. ПРИМЕНЕНИЕ ZIMPRO-ПРОЦЕССА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ОСАДКА <i>Зубарева О.И. (МГРИ, zubareva_olga_555@mail.ru)</i> .....	368



## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЮБЕРЕЦКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ.

*Ахтямова М.Р.\* (МГРИ, maryamaht@gmail.com),  
Буфеев Ф.К. (МГРИ, fbufeev@hotmail.com)*

### Аннотация

Рассмотрено воздействие Люберецких очистных сооружений на подземные воды за период с 2014 по 2018 г. Выполнен анализ результатов гидрохимического опробования скважин и сделаны выводы о распространении загрязнения в горизонте грунтовых вод. Предложены подходы к оптимизации сети мониторинга.

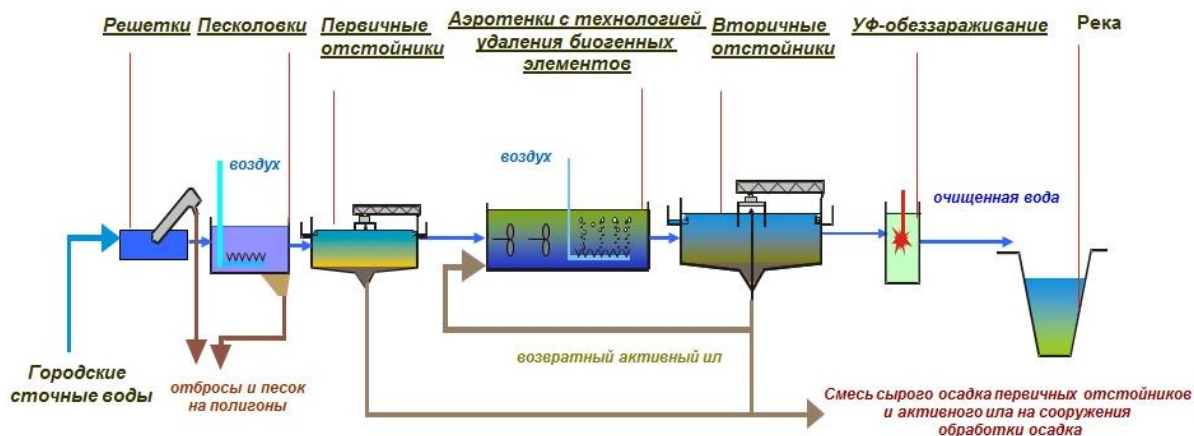
### Ключевые слова

Подземные воды. Грунтовые воды. Оценка воздействия. Люберецкие очистные сооружения. Мониторинг. Загрязнение окружающей среды. Опробование скважин.

Очистка сточных вод является одним из обязательных направлений деятельности любого города. Очистные сооружения выполняют функцию экологического щита, исключая сброс неочищенных стоков в природные водные объекты.

Но в процессе функционирования подобные сооружения могут негативно влиять на компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, а также на физические факторы.

Одними из наиболее значимых в Москве являются Люберецкие очистные сооружения (ЛОС), которые принадлежат акционерному обществу «Мосводоканал» и являются одними из самых крупных в Европе. Они обеспечивают прием и очистку около 50% хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод Москвы и некоторых городов Подмосковья. Работают по традиционной технологической схеме полной биологической очистки, которая включает в себя три основных этапа: механическая, биологическая очистка и ультрафиолетовое обеззараживание. Технологическая схема очистки сточных вод на ЛОС представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Технологическая схема очистки сточных вод на Люберецких очистных сооружениях [1]

Очистные сооружения относятся к объектам, с деятельностью которых может быть связано загрязнение подземных вод, поэтому необходимо осуществлять мониторинг за их состоянием. Регламентирующим документом по созданию наблюдательной сети на объектах (источниках) загрязнения подземных вод являются разработанные ВСЕГИНГЕО «Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод» [4].





Главными задачами мониторинга подземных вод вблизи объектов, предположительно загрязняющих их, являются:

- своевременное обнаружение загрязнений в подземных водах;
- изучение размеров и динамики области загрязнения подземных вод во временном и площадном отношении, которое включает определение скорости и направления распространения загрязнения;
- прогнозирование процесса распространения вод с повышенным содержанием загрязняющих веществ в пласте;
- составление заключения о возможном влиянии объекта на грунтовые воды.

Также, с целью обнаружения подтопленных территорий, проводится мониторинг за уровнем подземных вод. Наблюдения за уровнем подземных вод осуществляются одновременно с измерениями их температуры, которые проводятся для обнаружения теплового загрязнения. При измерениях термометр держат в воде в течение нескольких минут. Точность измерений составляет 0,1 °С.

Сеть наблюдательных скважин размещается с учетом расположения, размеров и характера источников загрязнения, геологического строения и гидрогеологических условий изучаемого участка, направления естественного движения подземных вод; скорости движения загрязненных подземных вод в пласте; местоположения ближайших водозаборных сооружений [4].

Как известно, основная нагрузка, поступающая с поверхности земли от техногенных объектов, приходится на первые от поверхности, не перекрытые водонепроницаемыми породами горизонты грунтовых вод. Именно поэтому скважины наблюдательной сети оборудуются преимущественно на эти горизонты.

Одним из главных требований к созданию наблюдательной сети является включение в нее скважин как фоновых, так и расположенных в зоне влияния источника загрязнения.

Материалом для исследования послужили данные, полученные в ходе производственной практики в ГПБУ «Мосэкомониторинг».

По периметру Люберецких очистных сооружений создана сеть наблюдений, включающая в себя 14 скважин на разном расстоянии друг от друга – от 30 до 2000 метров. Их расположение наглядно показано на рисунке 2.

Все скважины оборудованы на надъярский водоносный комплекс, включающий в себя два гидравлически связанных водоносных горизонта, которые имеют общую уровенную поверхность.

Мониторинг за уровнем грунтовых вод и температурой, а также отбор проб организацией «Мосэкомониторинг» в скважинах на ЛОС ведется, начиная с 2014 года. Режимные наблюдения проводятся каждые две недели в течение всего года.

Отбор проб воды из скважин для лабораторного исследования осуществляется два раза в год. Пробы отбираются по требованиям ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [2]. Отбор проб воды производится с помощью желонки объемом 0,75 л и диаметром 40 мм.

Из каждой скважины отбирается разовая проба для проведения общего анализа, определения нефтепродуктов, фенолов, органолептических показателей. Каждая проба помещается в пластиковую, либо стеклянную емкость соответствующего объема. Все пробы, за исключением определения фенолов, не подлежат консервации. В качестве консерванта используется десятипроцентный раствор сульфата меди  $\text{CuSO}_4$  10%;

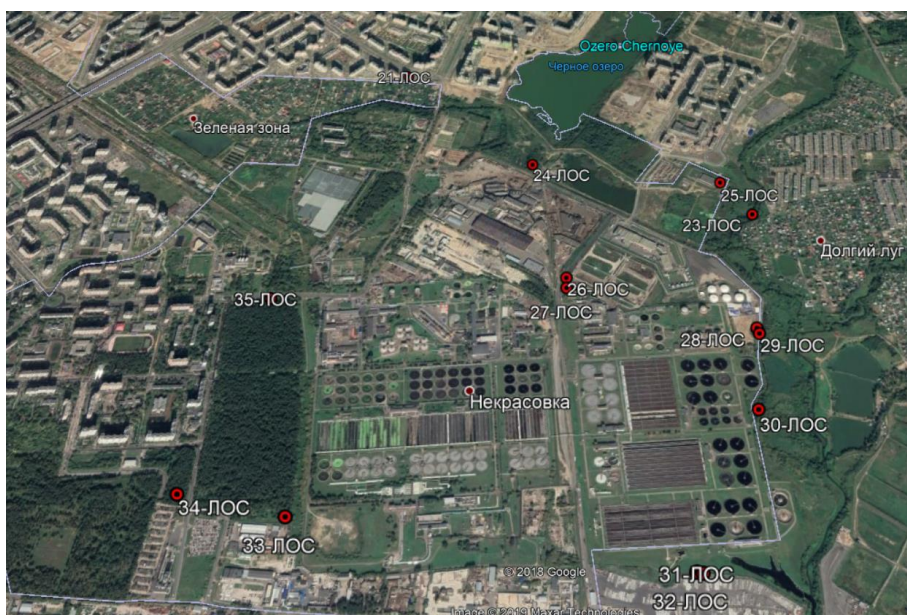


Рисунок 2. Расположение скважин наблюдательной сети по периметру Люберецких очистных сооружений

В результате лабораторных исследований были получены данные по следующим показателям: водородный показатель (рН), минерализация, перманганатная окисляемость, жесткость общая, карбонатная, некарбонатная, сухой остаток, фенолы летучие, нефтепродукты, анионные ПАВ, цветность, интенсивность запаха, прозрачность, алюминий суммарно (Al), барий суммарно (Ba), бериллий суммарно (Be), бор суммарно (B), железо суммарно (Fe), кадмий суммарно (Cd), литий суммарно (Li), кремний суммарно (Si), марганец суммарно (Mn), медь суммарно (Cu), молибден суммарно (Mo), мышьяк суммарно (As), никель суммарно (Ni), свинец суммарно (Pb), стронций суммарно (Sr), цинк суммарно (Zn), натрий-ион ( $\text{Na}^+$ ), калий-ион ( $\text{K}^+$ ), кальций-ион ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магний-ион ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ион аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ), карбонат-ион ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), фторид-ион ( $\text{F}^-$ ), хлорид-ион ( $\text{Cl}^-$ ), фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ), нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ),  $\alpha$ - и  $\beta$ -радиоактивность общая.

Определение общих показателей производится согласно нормативным документам: сухой остаток - ГОСТ 18164-72, общая жесткость - ГОСТ 4151-72, хлориды - ГОСТ 4245-72, сульфаты - ГОСТ 4389-72, нитраты - ГОСТ 18826-73, фтор - ГОСТ 4386-81, железо - ГОСТ 4011-72, цинк и свинец - ГОСТ 18293-72, медь - ГОСТ 4388-72, марганец - ГОСТ 4974-72 [4].

Результаты гидрохимического опробования скважин подлежат сравнению с СанПиН 2.1.4.1074-01 [3], поскольку грунтовые воды могут использоваться как источник питьевого водоснабжения людьми, проживающими в ближайших населенных пунктах. Так как Люберецкие очистные сооружения влияют на грунтовые воды, это может нанести необратимый вред здоровью людей.

Полученные данные лабораторных исследований за 4 года (с 2014 по 2018 г.) были проанализированы, в результате чего установлены основные загрязняющие вещества рассматриваемого водоносного горизонта.

К ним относятся: ионы аммония, нефтепродукты, марганец, железо, калий-ион, также повышен показатель окисляемости. По этим показателям построены карты в значениях концентраций, кратных значениям ПДК.

Одни из наибольших превышений наблюдаются у аммоний-иона. Аммоний-ион в природных водах накапливается при растворении в воде газа – аммиака ( $\text{NH}_3$ ), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений.



В природных водах встречается в очень незначительных концентрациях, зачастую недоступных существующим массовым методам анализа (сотые доли мг/дм<sup>3</sup>).

Предельно допустимые концентрации содержания аммоний-иона в воде не более 2 мг/дм<sup>3</sup>. В некоторых скважинах сети зафиксировано превышение данного показателя более чем в 150 раз. Среднегодовое превышение ПДК в скважинах от 1,5 до 82 раз. Загрязнение имеет повсеместный характер.

Нефтепродукты в подземные воды в основном поступают в результате деятельности нефтеперерабатывающих предприятий и транспортной системы.

Допустимая концентрация нефтепродуктов – не более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдаются превышения до 200ПДК в 2014 году. Наименьшее среднегодовое превышение составляет 3,6 раз; наибольшее около 60ПДК. Загрязнение носит повсеместный характер.

Источником поступления в природные воды такого микроэлемента, как марганец, могут служить сточные воды металлургических заводов, предприятий химической промышленности.

Предельно допустимая концентрация марганца в питьевой воде составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. В трех скважинах нет превышений норматива, в остальных наблюдаются превышения от 2 до 12 раз.

Железо в природные воды поступает со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками.

Допустимая концентрация железа составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. В некоторые годы в отдельных скважинах концентрации превышены более чем в 100 раз.

Калий-ион является необходимым макроэлементом для нормального функционирования организма, но его избыток также может нанести вред отдельным категориям людей, входящим в группу риска. Например, лицам с заболеваниями почек, младенцам, пожилым людям.

В РФ предельно допустимая концентрация калий-иона не установлена, поэтому будем сравнивать с концентрацией, установленной Европейским Союзом (12 мг/дм<sup>3</sup>). В некоторых скважинах наблюдаются превышения до двух раз.

Показатель окисляемости характеризует суммарное содержание в воде органических и минеральных веществ и выражается в миллиграммах кислорода, который идет на окисление этих веществ, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды. Предельно допустимая концентрация составляет 5 мг/дм<sup>3</sup>, она превышена во всех скважинах, хотя обычно окисляемость подземных вод намного ниже такого же показателя в поверхностных водах и составляет десятые доли мг/дм<sup>3</sup>.

Анализируя результаты мониторинга на ЛОС можно сделать вывод о том, что деятельность очистных сооружений непосредственно отражается на качестве грунтовых вод.

### Литература

1. АО «Мосводоканал» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/> Дата обращения: 27.02.20.
2. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> Дата обращения: 28.02.20.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изменениями на 2 апреля 2018 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> Дата обращения: 28.02.20.



4. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293736/4293736160.htm> Дата обращения: 27.02.20.



## **ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕДНИКОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА ЗА ПЕРИОД С 1974 ДО 1999 ГГ.**

*Гармаева Е.А. (МГРИ, lizagarmaeva8@mail.ru),*

*Немцев Г.Д. (МГРИ, grisha-nemc@yandex.ru),*

*Пономарева О.Е. (МГРИ, o-ponomareva@yandex.ru)*

### **Аннотация**

Определено сокращение площади ледников Большого Кавказа, произошедшее за период с 1974 по 1999 г. По результатам дешифрирования аэроснимков оно составило 13%. Оценена степень субъективности выводов о сокращении площади ледников, методом сравнения с результатами работ предшественников. Доказано, что несмотря на значительные расхождения в количественных показателях, факт сокращения ледников можно считать достоверным. Сделан вывод о том, что для увеличения достоверности количественных данных об изменении площади ледников необходимы наземные работы.

### **Ключевые слова**

Мониторинг площади ледников, глобальное потепление, Большой Кавказ, дистанционные методы, космоснимки.

### **Гипотезы**

Анализ изменения температуры воздуха, выполненный нами на предыдущем этапе исследований, показал отчетливый тренд на потепление климата за период с 1961 по 1990 гг. на территории РФ. В соответствии с нашей гипотезой, потепление должно было привести к сокращению площади ледников северного полушария, в том числе ледников Большого Кавказа. Анализ работ предшественников позволил предположить, что при оценке изменения площади ледников применение дистанционных методов может содержать значительную долю субъективности.

### **Актуальность**

В современном мире существуют факторы, являющиеся неоспоримым доказательством изменения климата. К ним относятся: повышение среднегодовой температуры воздуха, изменение схемы постоянных ветров и течений, непредсказуемость погодных условий и повышение уровня моря. Криосфера земли является важной частью климатической системы планеты. Сокращение криосферы, в том числе площади горных ледников, представляет собой одно из самых наглядных проявлений «глобального» потепления.

Особенно часто сокращение площади ледников рассматривают применительно к Мировому океану – насколько они повысят его уровень и чего стоит опасаться прибрежным городам. Однако ведь есть еще и проблема стоков талых вод и уменьшения запасов питьевой воды, и в целом исчезновение ледников затрагивает очень широкий круг вопросов. Поэтому, мониторинг состояния ледников является очень актуальным. Важно, чтобы проделанная нами работа была репрезентативной и отвечала общим тенденциям, выявленным в работах прошлых лет.





## Методика

Изменение площади ледника Большого Кавказа за период с 1974 по 1999 года, оценивалось по космоснимкам залетов 1974 и 1999 гг., выполненные из одной точки. Снимки по очереди были загружены в программу Photoshop и подняты границы ледника. Нами было принято считать границами ледника – линии, участки с противоположным фототонном, например белое-черное. Загрузив в нее оба снимка разных лет в одинаковом разрешении изображения, а затем наложив маску и закрасив выделенную область белым (1974 год) и красным (1999 год) цветом (снег), а инверсивную область черным (земля), мы смогли воспользоваться Гистограммой, которая показывает количество пикселей одного определенного цвета. На Рисунке 1 можно увидеть, что количество белых пикселей составляет 66471, а количество красных пикселей составляет 58017. Рисунок 2 показывает изменение площади ледника за 25 лет.

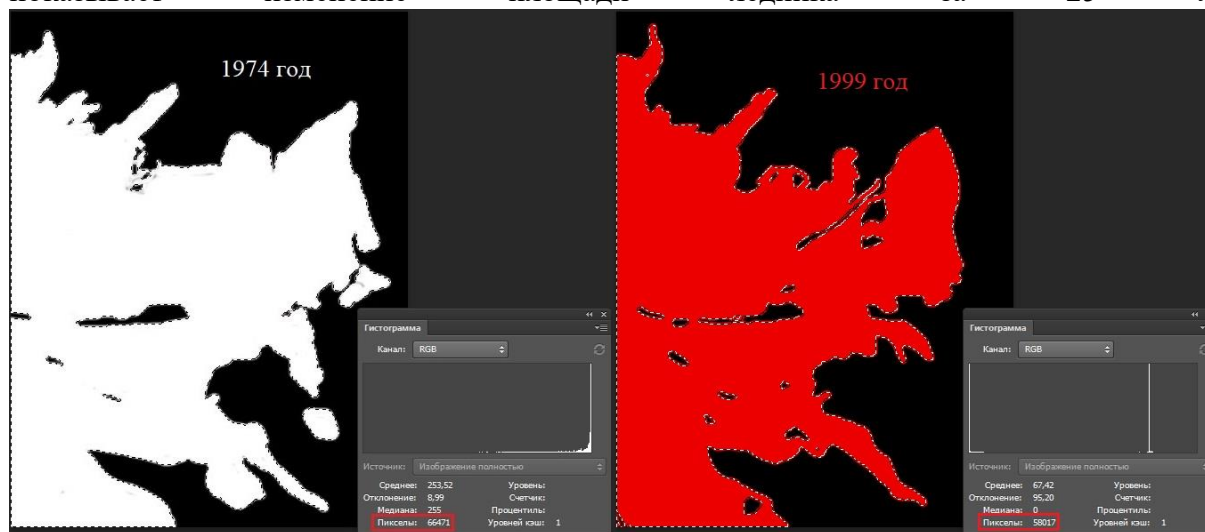


Рисунок 1 Площадь ледников Большого Кавказа в 1974 и 1999 гг. в пикселях





*Рисунок 2. Наложение площадей ледников разных лет друг на друга в одинаковом масштабе*

Приняв за 100 % площадь ледников в пикселях по состоянию на 1974 год, определяем, что изменения этой величины к 1999 г. достигли 13%, то есть составляли в среднем по 0,5% в год.

### **Оценка точности полученного результата**

По данным предшественников изменение площади ледников за этот период составило 5% [1], то есть в 2,6 раза меньше полученных нами результатов. Расхождение в оценке площади ледников могут быть обусловлены рядом причин. Во-первых, оценивая площадь ледника по космоснимкам, мы, возможно, сокращаем реальную площадь ледника, поскольку принимаем за его границы линию, разделяющую чистый лед от льда, перекрытого мореной. То есть краевые части ледника, перекрытые мореной принимаются нами за коренные породы. Во-вторых, методика дешефрирования аэрофотоснимков у каждого автора разная. Таким образом, при использовании дистанционных методов исследования, проведение границ ледника выполняется с большой долей субъективности.

Изучение данных четырех электронных источников информации по вопросу изменения площади ледников [2-5], показало, что в различных районах Большого Кавказа сокращение площади ледников за различные периоды от 65 до 9 лет составлял от 0,3 – 1,5 до 0,55 % в год. Минимальные значения сокращения площади ледников – 0,3% в год отмечены за 65 летний период, что легко объяснимо: в 60-е гг. XX века отмечалось похолодание климата. За период, близкий к рассматриваемому (1974-1999), темпы сокращения площади становятся более схожими к полученному нами результату и составляли от 1,2 до 0,5% в год.

### **Выводы**

Нами определено, что площадь ледников Большого Кавказа за 25 года (с 1974 по 1999гг) уменьшилась на 13%, то есть, в среднем на 0,5 % в год.



Сокращение площади ледников Большого Кавказа в современных климатических условиях можно считать доказанным.

Количественная оценка площади сокращения ледников, полученная дистанционными методами, может содержать значительную долю субъективности и нуждается в проверке наземными исследованиями.

### **Литература**

1. «Оценка динамики ледников на примере ледника г. Эльбрус» Ледовских Г.Ю. МГРИ 2019г.
2. «Оценка объема ледников Северного Кавказа и его изменений с середины XX века» 2011 г. Кутузов С.С.
3. «Реакция ледников Центрального Кавказа в 2001–2010 гг. на изменения температуры и количества осадков» 2013 г. Г.А. Носенко, Т.Е. Хромова, О.В. Рототаева, М.В. Шахгеданова
4. «Ледники Эльбруса и других гор Кавказа стремительно тают: чем это грозит региону» 2019 г. Ольга Фролова
5. «Volume Changes of Elbrus Glaciers From 1997 to 2017» 2019 г. Kutuzov S., Lavrentiev I., Smirnov A., Nosenko G., Petrakov D. FRONTIERS IN EARTH SCIENCE
6. «Изменение ледника Альдегонда с начала XX века» Б.Р. Мавлюдов, А.В. Кудиков ФГБУН Институт географии РАН, г. Москва 2018
7. «Расчет скорости таяния участков горного ледника покрытых моренным чехлом» Рыбак Олег Олегович, Научный журнал КубГАУ, 2017 г, г. Краснодар
8. «Таяние ледников не пройдет даром» Анастасия Субботина, Наука и жизнь 2017 г.
9. «Изменение климата» ООН 2019 г
10. Фрагмент фотографического снимка со спутника Ресурс-Ф, полученного 28 июля 1974 г. камерой КФА-1000 с разрешением оригинального снимка 10-12 м.
11. Фрагмент снимка со спутника Ландсат-7, полученного 9 августа 1999 г. сканирующей системой ЕТМ+ с разрешением оригинального снимка 30 м.



## О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПО АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ДЕЛЕНИЮ КАЗАХСТАНА

*Ерменбай А.М. (Satbayev University, Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, e-mail: a.yermenbay@satbayev.university)*

### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы использования методов и схем искусственного восполнения подземных вод (ИВПВ) в различных территориальных и климатических условиях Республики Казахстан.

Среди основных естественных факторов, обуславливающих возможность применения искусственного восполнения запасов подземных вод, а также влияющих на результативность ИВПВ, выбор и обоснование рациональных технологических схем ИВПВ, первостепенное значение имеют физико-географические условия региона, включающие геоморфологический, геологический, гидрогеологический, климатический (в основном атмосферные осадки) и гидрологический (развитие гидрографической сети) факторы. Эти факторы определяют наличие естественных и возможность создания искусственных коллекторов, пригодных для погружения в них поверхностных вод, позволяют оценить наличие неиспользованного стока и возможность его погружения в коллекторы, экономическую целесообразность восполнения, а также в совокупности с данными о коллекторах (фильтрационные свойства зоны аэрации и водовмещающих пород, режим и качество подземных вод) — перспективность применения того или иного метода погружения поверхностного стока в подземные емкости (выбор и обоснование той или иной рациональной технологической схемы ИВПВ) и возможность сохранения и улучшения качества подземных вод в условиях искусственного восполнения.

Рассмотрены поверхностные водоносные горизонты с точки зрения возможности их использования для целей ИВПВ. Установлено, что в Казахстане, несмотря на имеющийся многолетний положительный опыт использования различных схем ИВПВ, распространение этого опыта значительно отстает от потребностей производства и населения.

**Ключевые слова:** Искусственное восполнение подземных вод, районирование, типовые технологические схемы

Физико-географические, геолого-геоморфологические, гидрогеологические, климатические условия областей Казахстана отличаются большим разнообразием. Поэтому для каждого конкретного случая, в зависимости от соотношения природно-климатических факторов, необходима разработка своей технологической схемы искусственного восполнения запасов подземных вод. Основными критериями при выборе тех или иных технологических схем ИВПВ на конкретной территории служат:

1. Наличие водоносного горизонта, в котором возможно размещение дополнительных объемов воды.
2. Наличие дополнительных объемов воды для восполнения запасов подземных вод, качество которых обеспечивает требования потребителя.
3. Наличие потребителя воды и его потребность в воде.
4. Экономическая целесообразность ИВПВ.

Обоснование типовых технологических схем искусственного восполнения запасов подземных вод выполнено для всех 14 административных областей Казахстана. Районирование территории административных областей произведено по условиям искусственного восполнения (магазинирования) запасов подземных вод, служит основой



дифференцированной по площади оценки изученности территории и является научным обоснованием перспективности применения искусственного восполнения.

Для целей искусственного восполнения подземных вод водоносных горизонтов карбонатных структур рекомендуется магистральное поверхностное стока временных водотоков с помощью нагнетания или налива в поглощающие колодцы или скважины. Наиболее рационально использовать закрытые технологические схемы с использованием инфильтрационных колодцев при глубине залегания уровня подземных вод до 15-20 м, и поглощающих буровых скважин при больших глубинах залегания подземных вод. Учитывая высокие емкостные свойства карбонатных пород для поддержания высокой водоотдачи водозаборных скважин, пробуренных в районах карбонатных структур, осуществляют искусственное пополнение подземных вод речными водами путем нагнетания поверхностных вод через скважины. В типовой технологической схеме ИВПВ карбонатных структур рекомендуется строительство искусственных плотин для аккумуляции паводкового речного стока временных водотоков и последующего подпитывания подземных вод. Непосредственный отбор воды для хозяйственно-питьевых нужд из этих водохранилищ нецелесообразен, поскольку требует строительства дорогостоящих очистных сооружений и значительной предварительной водоподготовки перед подачей водопотребителю из-за большого количества взвешенных частиц и недостаточно стабильного санитарно-бактериологического состояния воды поверхностных водоемов. Технологические схемы ИВПВ с использованием поглощающих скважин рекомендуется также использовать также для разбавления подземных вод в мульдах, содержащих соленоватую воду. Для того, чтобы улучшить питьевые качества вод известняков, необходимо пробурить на площади их распространения ряд инфильтрационных (поглощающих) скважин большого диаметра для закачивания туда пресных поверхностных вод протекающей рядом реки. Таким образом можно получить из мульды разбавленную до нужной кондиции воду, но при этом в технологической схеме необходимо предусмотреть строительство очистных сооружений и значительной предварительной водоподготовки речной воды перед закачиванием, из-за большого количества взвешенных частиц и нестабильного санитарно-бактериологического состояния поверхностных вод.

Для искусственного восполнения подземных вод водоносных горизонтов в отложениях неогена и палеогена рекомендуется магистральное поверхностное стока рек, овражно-балочной сети, озерных котловин с помощью нагнетания или налива в поглощающие колодцы или скважины. Источником воды могут служить также обильные весенние паводки, часто вызывающие наводнения, при этом необходима предварительная очистка закачиваемой воды. Наиболее рационально применять закрытые технологические схемы с использованием поглощающих инфильтрационных колодцев при глубине залегания уровня подземных вод до 15-20 м, и поглощающих буровых скважин при больших глубинах залегания подземных вод, а также напорные схемы восполнения с помощью нагнетательных скважин при залегании с поверхности существенно глинистых отложений. Для аккумуляции весеннего паводка рекомендуется использовать многочисленные озерные котловины, в первую очередь с пресной водой.

Для целей ИВПВ меловых водоносных горизонтов наиболее рационально использовать закрытые схемы восполнения с использованием нагнетательных скважин, что требует предварительной очистки закачиваемой воды. Источником воды для восполнения могут быть речные паводковые воды. На большей части территории Казахстана меловые водоносные горизонты залегают на большой глубине и содержат



напорные высокоминерализованные воды. Использование методов ИВПВ здесь может быть целесообразным только в отдельных случаях, когда требуется восполнение запасов подземных вод, используемых для технологических целей. Возможно применение технологической схемы искусственного восполнения с вытеснением и замещением солоноватых подземных вод пресными, подаваемыми под напором в поглощающие скважины. Таким образом могут быть созданы искусственно сформированные водоносные горизонты, содержащие пресные подземные воды.

В основу исследований положены результаты разработок казахстанских ученых по изучению ИПВП и международный опыт [1-13], а в основу методики районирования выбран принцип учета комплекса естественных и искусственных факторов, оказывающих непосредственное влияние на условия восполнения подземных вод и служащих критериями выделения территорий с одинаковыми или, наоборот, с разными условиями ИВПВ.

Основными критериями при выделении таксономических единиц районирования (с точки зрения возможности создания подземных водохранилищ) являлись: 1) наличие природных ёмкостей – естественных, искусственных (в том числе – депрессионные воронки при эксплуатации водозаборов); 2) наличие источников восполнения – т.е. количество воды (атмосферных осадков, поверхностных вод, очищенных промстоков и т.д.), которое может быть аккумулировано в подземные ёмкости; 3) наличие потребителя воды и его потребность в воде существующая и на перспективу.

Районирование территории административных областей Казахстана произведено на основе комплекса геоморфологических, геологических, гидрогеологических и гидрологических показателей по назначению выделенных перспективных для ИВПВ площадей, определяющих возможность создания того или иного типа подземных водохранилищ: 1) крупных, комплексного назначения (для целей коммунального, промышленного водоснабжения или сельскохозяйственного назначения, в том числе орошения), строительство которых возможно: а) в долинах густо населенных и промышленно освоенных рек региона, б) на площадях развития карбонатных структур; в) на предгорных шлейфах конусов выноса горных рек; 2) средних (небольших по объему) – в основном сельскохозяйственного назначения, связанных: а) с наиболее крупными погребенными долинами, б) с водоносными горизонтами, развитыми в отложениях неогена, палеогена и мела; 3) мелких (для обводнения пастбищ), связанных с разновозрастными палеозойскими породами или с территориями бугристо-грядовых песчаных массивов. Отдельно выделяются районы бесперспективные в плане возможного строительства грунтовых водохранилищ (по геоморфологическим признакам, или при отсутствии подземных коллекторов).

Выделение классификационных единиц районирования любого уровня имеет смысл только при необходимости ИВЗПВ и при наличии подземных емкостей. При выборе типовой технологической схемы ИВПВ рекомендуется применять в первую очередь схемы без сложной системы инженерного оборудования и максимально использовать существующие природные условия и уже имеющиеся оросительные системы для восполнения подземных вод. Это повышает возможности управления водными ресурсами на отдельных территориях и уменьшает стоимость создания систем ИВПВ.

## **Литература**

1. Халимов Д.П. Международный опыт использования искусственного пополнения запасов подземных вод - Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета.- 2016.- Т. 16. - С. 142-146.





2. М.И. Левин, Н.В. Шилова. Вода – как исчерпаемый ресурс: пример Израиля // *Финансы и бизнес.* - 2009.- № 4.- С. 138-155.
3. Karimov A, Smakhtin V, Mavlonov A, Borisov V, Gracheva I, Miryusupov F, Djumanov J, Khrmazina T, Ibragimov R, Abdurahmanov B.-2013 Managed aquifer recharge: the solution for water shortages in Fergana Valley/ Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 51p. (IWMIResearchReport 151): doi 10.5337/2013.20512.
4. С.В.Осипов. Гидрогеологические структуры для магазинирования вод в районе города Форт-Шевченко // *Известия АН КазССР №1.* - 1984, С.20-28.
5. Махмутов Т.Т., Сагимбаев С.С., Бураков М.М. Искусственное восполнение запасов подземных вод в карбонатных структурах Центрального Казахстана. // В кн.: *Использование достижений научно- технического прогресса в области охраны природы Казахстана.* – Алма- Ата, 1990. – С. 44-50.
6. Жапарханов С.Ж., Жуматаев Б.К. Искусственное восполнение запасов подземных вод аридных районов Центрального Казахстана. – Алматы, 2012. – С. 53-68; 94-128; 129-137.
7. Сычев К.И., Чернов А.С., Плотников Н.А. и др. Методические рекомендации по применению систем ИВЗПВ в различных природных условиях территории СССР. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1985. – 90 с.
8. С.Ж. Жапарханов, Б.К. Жуматаев. К вопросу районирования территории Центрального Казахстана по условиям создания искусственных запасов подземных вод. // *Матер. междунар. науч.-практич. конф. «Геологическая наука и индустриальное развитие Республики Казахстан».* – Алматы, 2010. – С. 333-336.
9. Жапарханов С.Ж. Искусственное пополнение запасов подземных вод. // В кн.: *Подземные воды горнорудных районов Центрального Казахстана.* – Алма-Ата: Наука, 1975. – С. 152-159.
10. Л.В. Шагарова, А.М.Ерменбай. О формировании геоинформационно-аналитической системы ресурсов подземных вод РК по административно-территориальному делению // *Материалы Международной научно-практической конференции «Вода для устойчивого развития Центральной Азии», посвященной началу Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028», 24-25 марта 2018 г.* - Душанбе: Промэкспо, 2018. – С. 379-384.
11. Д.П. Халимов. Международный опыт использования искусственного пополнения запасов подземных вод. *Вестник КРСУ.* 2016 Том 16 № 9.
12. Жапарханов С.Ж., Жуматаев Б.К. Магазинирование поверхностного стока р.Сарысу с целью искусственного восполнения запасов подземных вод Тузкольского питьевого водозабора. // *Матер. междунар. науч.-практич. конф. «Сатпаевские чтения».* – Алматы, 2010. – С. 381-386.
13. Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran / J. Ghayoumian, Mohseni Saravi M., S. Feiznia и др./ *Journal of Asian Earth Sciences.* - 2007. - Vol.30, N 2. - P.364-374: ill.,tab. - Bibliogr.: p.373-374.





## ВОЗМОЖНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ТЕРРИТОРИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ.

*Ершов Вячеслав Вячеславович (ФГБУ Гидроспецгеология, ifism@mail.ru)*

**Аннотация:** с середины 60 и до конца 80-х годов, на территории бывшего СССР, было проведено более сотни подземных ядерных взрывов для различных целей и в различных районах. По одним данным количество взрывов насчитывается порядка 135, другие источники говорят только о 60 ядерных взрывов. Тем не менее, после заключения в 1963г. Московского Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах – в атмосфере, космосе и под водой.

**Ключевые слова:** подземный ядерный взрыв, сейсмическое зондирование, эколого-гидрогеологическая обстановка

СССР в соответствии с секретной масштабной Государственной программой №7 «Ядерные взрывы для народного хозяйства» [1,3], было проведено 124 ПЯВ с заложением 135 зарядов [Бобов журнал НЯЦ РК Вестник]. Взрывы преследовали следующие задачи:

- глубинное сейсмическое зондирование земной коры в России (33 ПЯВ) и Казахстане (7ПЯВ);
- интенсификация добычи нефти и газа (21 ПЯВ);
- создание подземных емкостей различного назначения в России (20 ПЯВ) и Казахстане (28ПЯВ);
- глушение аварийных газовых фонтанов в Архангельской области (1ПЯВ) в Узбекистане (2ПЯВ) в Туркмении (1ПЯВ);
- упреждение горных ударов в угольной шахте «Юнком» на Украине (1ПЯВ);
- захоронение стоков нефтехимического производства в Башкирии (2ПЯВ);
- создание искусственных водоемов в Пермской области (1 тройной ПЯВ) Якутии (1ПЯВ) на Семипалатинском полигоне (4ПЯВ) и Мангышлаке (3ПЯВ).

На территории современной России, в период с 1971г. по 1987г. на 45 технологических площадках был проведен 81 мирный ПЯВ с использованием 84 зарядов. Два подземных ядерных взрыва, были проведены и на территории рассматриваемого района г.Воркуты.

Основной темой для размышления по сей день остается оценка возможных последствий и влияния ПЯВ на окружающую среду. Сформировалось много различных мнений и взглядов. В наши дни существует представление о том, что мирные ПЯВ могут служить спасению от экологических бед, о высокой экономической эффективности и безопасности ПЯВ-технологий.

Другие утверждают, что технологии не прошли надежной проверки временем и последствия ПЯВ полностью игнорируются отдаленные во времени последствия. В подтверждении могут быть приведены следующие данные, полученные при обследовании множеств зон ПЯВ. Основные результаты сводятся к следующему:

- в окрестностях зон мирных ПЯВ сформировались и продолжают формироваться достаточно обширные очаги радиоактивного загрязнения недр, земной поверхности и подземных вод Техногенные радионуклиды, выносимые из полостей ПЯВ, распространяются на расстояния до нескольких километров.
- изменчивость очагов радиоактивного загрязнения в зонах ПЯВ сопровождается отчетливыми возмущениями режима подземных вод, а также



криолитозоны. Такие изменения имеются как раз на *Хановейском месторождении пресных вод в Воркутинской области (рис.1)* [2]. Показательно множество аварийных прорывов струй радиоактивных газов в атмосферу, которые возникли вопреки проектным расчетам при проведении ПЯВ;

- в окрестностях зон ПЯВ зафиксированы незатухающие с годами геодинамические подвижки недр в виде заметных преобразований рельефа местности, активизация склоновых процессов, микросейсм и землетрясений, а также трансформации геофизических полей, включая гравитационное и тепловое поля.

- аномальный характер в зонах ПЯВ ухудшает структуру запасов месторождений полезных ископаемых в том числе и подземных вод, усложняет их разработку и снижает качество добываемой продукции;

- отмечена связь во времени и пространстве с ПЯВ опасных медико-биологических явлений.

Согласно перечисленным выше результатам исследований, некоторые ученые не смогли исключить попадания радиоактивных продуктов в среду обитания как бы глубоко под землей не размещались ядерные заряды» [3].

На территории Воркутинского района Республики Коми было проведено два подземных ядерных взрыва: «Глобус – 4» и «Горизонт – 1». Цель ПЯВ – глубинное сейсмическое зондирование земной коры.

В 1971 году, с целью глубинного сейсмического зондирования земной коры, в 30км юго-западнее г.Воркуты и в 10км восточнее ж.д. станции Хановей, на глубине 543м проведен подземный ядерный взрыв «Глобус-4». Мощность взрыва составляла 2,3кт, магнитуда 5,3. Взрыв проведен в штатном режиме, в соответствии с проектом. На протяжении с 1974-1977г.г. Воркутинской ГПЭ были проведены исследования подземных вод в скважинах, пробуренных на расстоянии от 50 до 11500м от зарядной скважины. Исследования показали, что водоносные горизонты в радиусе 70м от технологической скважины содержали техногенные радионуклиды – продукты ядерного взрыва: тритий, стронций и цезий.

В связи с освоением прилегающей территории, в 2007г., лабораторией радиационной безопасности ФГУП «ВНИИПромтехнологии» был проведен радиоэкологический мониторинг окружающей среды в районе объекта «Глобус-4».

Согласно полевым измерениям и исследованиям проб окружающей среды все параметры радиационной обстановки (мощность дозы гамма-излучения, плотность потока бета-частиц, содержание радионуклидов в пробах окружающей среды) НА ОБЪЕКТЕ «Глобус-4» и на окружающей территории, на момент исследований (2008г.) соответствовал естественному радиационному фону, характерному для данного региона.

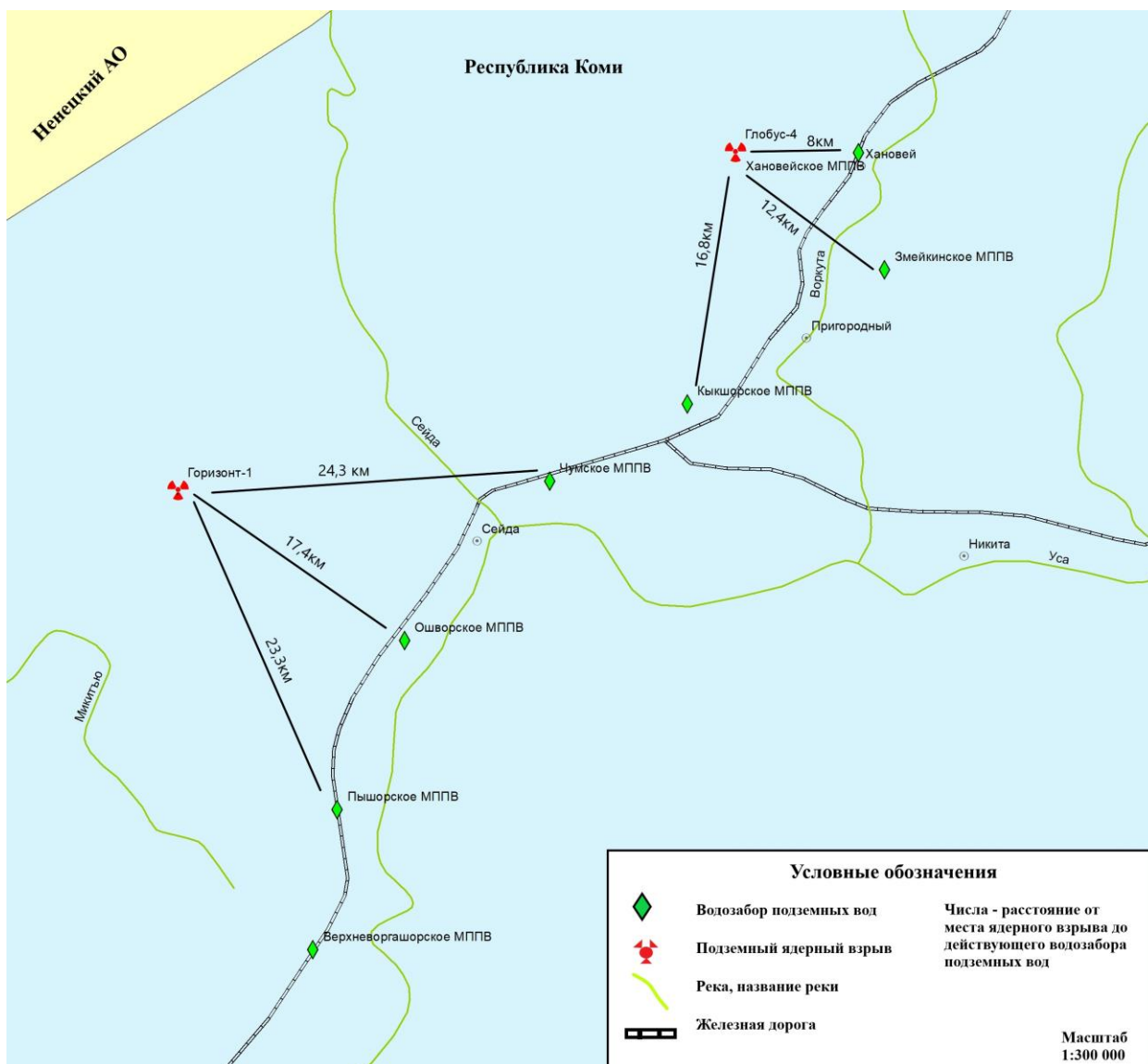
В пробах воды, отобранных из поверхностных источников и из водоносного горизонта, предназначенного для питьевого водоснабжения проектируемого поселка, наличие техногенных радионуклидов с объемной активностью выше порогов определения не выявлено.

Помимо объекта «Глобус-4», в пределах Воркутинского района, имеется объект «Горизонт-1».

В пределах Республики Коми, 29.04.1974г., 70км юго-западнее г.Воркуты, в скважине № Г-1, на глубине 583м, был проведен подземный ядерный взрыв мощностью 7,6кт., магнитудой 5,5. Радиоэкологические исследования и мониторинг на прилегающей



территории не проводился, эколого-гидрогеологическая обстановка неизвестна, какие-либо данные по радиационной безопасности вблизи объекта Горизонт – 1 также отсутствуют.



**Рисунок 1.** Схема расположения технологических скважин ПЯВ и действующих водозаборов на территории Воркутинского района Республики Коми.

В настоящее время, в относительной близости от технологической скважины Г-1, на расстоянии от 17,4 км (водозабор Ошворского месторождения подземных вод МППВ) до 24,3 км (Чумское МППВ) в районе п.Сейда, располагаются действующие водозаборы подземных вод (рис.2). Прилегающая к технологической скважине Г-1 территория не изучена и не изучалась. Химический состав подземных вод на наличие радионуклидов также не рассматривался (изучался). Водозаборы работают в штатном режиме и обеспечивают население водой.

Водозаборы на Ошворском и Пышорском МППВ оборудован на верхнемеловой водоносный комплекс, для хозяйственно-питьевого водоснабжения железнодорожных станций Ошвор и Пышор, а также некоторых жилых жомов. Суммарная производительность подземных вод оценивается в размере 0,30 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Водозаборные скважины пробурены в 1974-75 гг., на глубину 150 м. Качество подземных вод изучено



слабо, по некоторым компонентам (медь, бор, свинец, железо, отмечаются превышения ПДК.

Водозабор на Чумском МППВ оборудован на водоносный субкриогенный верхнемелового терригенного горизонта, для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения станции Чум, в количестве 4,11 м<sup>3</sup>/сут. На водозаборе отмечается превышение ПДК по содержанию натрия (до 2,19ПДК), иона аммония (до 1,65ПДК), бора (до 7,19ПДК), стронция (до 1,9ПДК), свинца (до 2,6ПДК). Для всех перечисленных водозаборов, в связи с ограниченностью ряда наблюдений по показателям, превышающим ПДК, требуются дополнительные изучения этих компонентов, а также проведения более подробного анализа качества подземных вод, а также при оценке запасов подземных вод, были даны рекомендации дополнительного изучения вышеперечисленных компонентов во временном разрезе.

Следует отметить, что на всех вышеперечисленных водозаборах запасы подземных вод формируются на ограниченной площади, а водоотбор подземных вод весьма незначительный, что связано с низкой потребностью в водоснабжении. Поэтому, из экспертных заключений следует, что разведочные работы на подземные воды на территории исследований, в связи с его неразвитой инфраструктурой не проводились, так как на данной территории отсутствуют значимые потенциальные потребители. Следовательно, наиболее полной и подробной геолого-гидрогеологической обстановки на сегодняшний день не существует.

Для наиболее детального представления о гидрогеологических условиях территории, а также для изучения возможных последствий ПЯВ, необходимо провести ряд исследований на территории расположения всех вышеперечисленных водозаборов, а также в районе объекта Горизонт-1.

Методология работ должна соответствовать ранее выполненным исследованиям, проведенным на объекте Глобус-4.

При обследовании водозаборов и территории объекта Горизонт-1, необходимо определить радиационную обстановку территории по мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения многофункциональным дозиметром, с одновременной регистрацией координат точек измерения по системе GPS, с дополнительным контролем другим видом дозиметра. Помимо территории, провести исследование возможного загрязнения земной поверхности, исследование радиационной обстановки проб грунта, растительности, донных отложений, водной растительности, воды из реки, а также из имеющихся скважин.

Полученную воду направить в лабораторию для проведения радиологического анализа (определения суммарной  $\alpha$ - и  $\beta$ - активности) и изотопного анализа на радиоактивные нуклиды стронция и цезия (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr).

### Литература

1. Логачева В.А. Мирные ядерные взрывы. Обеспечение общей и радиационной безопасности при их проведении. – М. ИздАТ, 2001. -519с.
2. Мельников В.П. Оберман Н.Г. Велижанина И.А. Воздействие подземных ядерных взрывов на природную среду Севера// Геология и геофизика, 2000. – т.41. -№2. – С.280-291.
3. Ядерные испытания СССР/ Кол. Авторы под редакцией В.Н. Михайлова. – М.: ИздАТ, 1997г. – 304с



**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СЕЙСМОГЕННОЙ ПРИРОДЫ КАХСКОГО ОПОЛЗНЯ  
(ГОРНЫЙ ДАГЕСТАН)**

*Кабирова А.Д (МГУ, adelina.kabirova@mail.ru),  
Тарабукин В.В. (МГРИ, tarabukin.vladislav@yandex.ru)*

**Аннотация**

В данной работе выделяются два аспекта: рассматриваются условия образования оползней в скальных горных породах и при выявлении сейсмогенного характера оползнеобразования, оценивается влияние сейсмичности на устойчивость исследуемого склона. Определение условий формирования оползня выполнялось при помощи метода обратных расчетов.

**Ключевые слова:** оползень в скальных массивах, сейсмичность, количественная оценка устойчивости склонов.

**Объект исследований**

Исследуемый оползень расположен в Хунзахском районе Дагестана непосредственно к югу от села Ках и в 7 км к востоку от районного центра села Хунзах (42.552° с.ш., 46.79° в.д.). Оползневой цирк находится на склоне хребта, образующего правый, южный борт долины реки Алатляр, а тело оползня, на котором находится село Ках, лежит на левом берегу реки.

Сравнительно плоский водораздел хребта, где проходит верхняя бровка оползневой цирка находится на высоте около 1900 м над уровнем моря; отметки русла реки – примерно 1480 м.

На описываемой территории развиты отложения юрской и меловой систем, смятые в крупные коробчатые антиклинальные складки. Исследуемый оползень расположен на склоне одной из таких антиклиналей, ядро которой сложено среднеюрскими отложениями, где в их составе выделяются ааленский, байосский, батский и келловейский ярусы. Отложения представлены преимущественно глинистыми и алевролитовыми породами с редкими прослоями углей и мергелей. Мощность их достигает 1500 м. Они согласно перекрываются верхнеюрскими отложениями, в составе которых выделяются оксфордские, киммериджские и титонские известняки и доломиты общей мощностью от 130 до 280 м. Непосредственно на участке ядро складки не обнажается.

Рассматриваемый участок склона представляет собой северное крыло антиклинали, сложенное нижнемеловыми отложениями валанжинского, готеривского ярусов и нижнего подъяруса барремского яруса. Валанжин, средний готерив и нижний баррем представлены карбонатными отложениями мощностью, соответственно, 10-40, 25-35 и 50-90 м, разделёнными терригенными пачками нижнего и верхнего готерива, мощностью, соответственно, 25-45 и 35-60 м. Карбонатные отложения представлены плотными кристаллическими, органогенными и оолитовыми известняками и пронизаны сетью доскладчатых трещин, по которым предположительно и произошел отрыв оползневой блока, а терригенные – песчаниками и алевролитами, иногда с примесью глин (Брод, 1958).

Исследуемый оползневой склон достаточно пологий, при этом поверхность склона совпадает с поверхностью напластования. Угол падения слоев составляет 13-14 градусов. Как уже отмечалось ранее, отложения, слагающие поверхность склона, пронизаны сетью трещин. Трещины имеют «Х-образную» ориентировку.

Также, стоит отметить, что согласно карте ОСР-2016-В существует 5%-ная вероятность превышения в течение 50 лет расчётной интенсивности сейсмических сотрясений на рассматриваемой территории. С учетом этого исследуемый район





относится к 9-бальной зоне. Данный факт учитывался при расчете устойчивости исследуемого оползневого склона.

#### Методика исследований

Для определения условий формирования крупномасштабных скальных сейсмогенных оползней в данном районе, были проведены обратные расчеты устойчивости существующего оползневого тела. Данное оползневое тело образуют известняки нижнего баррема K1b1.

На первом этапе была восстановлена геометрия склона до образования оползневых масс. Далее, оценка устойчивости склона с восстановленной геометрией проводилась по линейной анизотропной модели прочности основывающаяся на модели Кулон-Мора [7]. Данная модель выбрана не случайно, одним из основных условий при котором происходят скальные оползни является трещиноватость массива [6], в линейной анизотропной модели предполагается, что минимальная прочность на сдвиг связана с трещиной или по поверхности напластования скальных пород. Количественная оценка устойчивости склона проводилась методом Моргенштерн-Прайса [8].

По плоскости перпендикулярной напластованию были заданы параметры прочности ( $C$ ,  $\varphi$ ) полученные на основе критерия Хоека-Брауна с использованием программы RocLab (RocScience Inc.), по плоскости напластования – параметры прочности по трещине, полученные в образцах .

Основными классификационными параметрами модели Хоека-Брауна [4,5] для расчета нелинейной прочности являются:

- GSI (geological strength index) – геологический индекс прочности Хоека-Брауна зависящий от структуры массива и характера состояния поверхности;
- $m_i$  – коэффициент характеризующий литологический тип грунтов;
- $\varphi_{сж}$  – прочность грунта на одноосное сжатие;
- $D$  – коэффициент нарушенности (от 0 до 1)

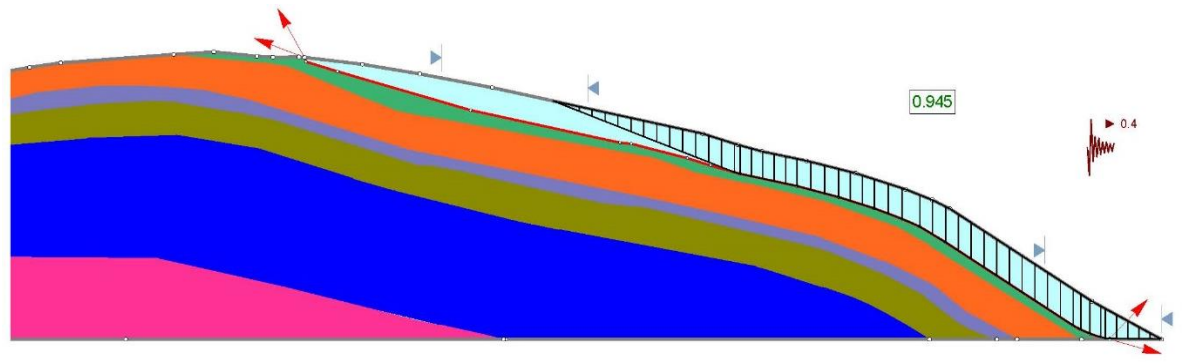
Прочность известняка нижнего баррема K1b1 на одноосное сжатие равняется 130 МПа. Индекс GSI определен равным 50 исходя из структуры, которая характеризуется как очень блочная с хорошим состоянием поверхности. Коэффициент  $m_i$  для известняка определен равным 9 [4,5]/

Исходя из классификационных параметров критерия Хоека-Брауна были получены эквивалентные параметры прочности Кулон-Мора ( $C=6.272$  МПа,  $\varphi=29,62^\circ$ ). По плоскости напластования заданы параметры получены из образцов и равняются  $C=0.15$  МПа и  $\varphi=35^\circ$ .

#### Результаты и обсуждение

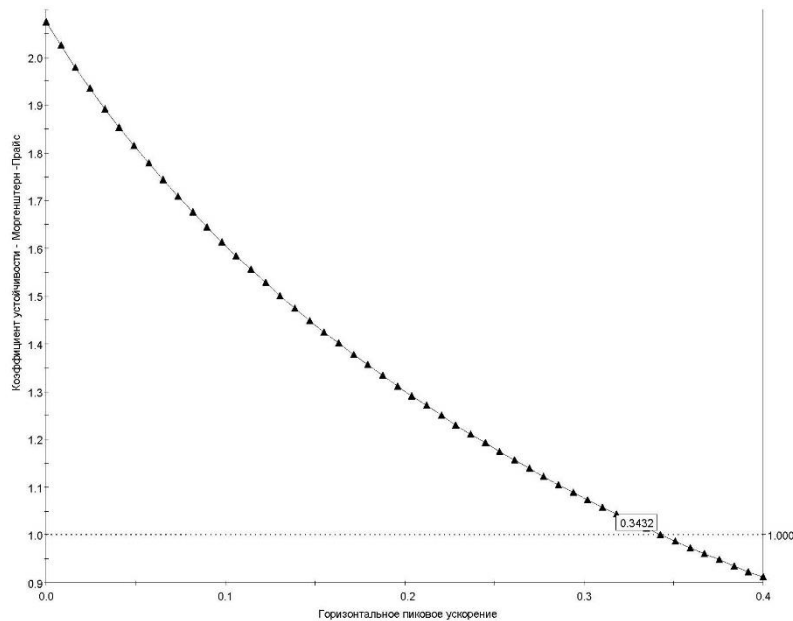
Результат количественной оценки моделируемого склона изображен на геомеханической модели (рисунок 2). Из нее видно, что под действием сейсмической нагрузки равной 9 баллам по шкале MSK-64 (горизонтальное пиковое ускорение 0,4g) формируется оползневое тело с коэффициентом устойчивости 0,945, которое по объему оползневых масс и характеру формирования плоскости скольжения близкое к существующему оползневому телу.





**Рисунок 1.** Геомеханическая модель с результатом расчета устойчивости склона ( $K_u=0,945$ ) с горизонтальным пиковым ускорением  $0,4g$  (9 баллов по шкале MSK-64). По плоскости напластования  $C=0.15 \text{ МПа}$  и  $\varphi=35^\circ$ , по плоскости перпендикулярной напластованию  $C=6.272 \text{ МПа}$ ,  $\varphi=29,62^\circ$

Анализируя график чувствительности склона к сейсмическим нагрузкам (рисунок 3), можно утверждать, что оползневое тело в объемах, образовавшихся в природе, формируется только под действием сильных сейсмических нагрузок. В данном случае, модельный склон переходит из состояния предельного равновесия в неустойчивое под действием горизонтального пикового ускорения  $0,34g$ , что очень близко к 9 баллам по шкале MSK-64. Без сейсмических нагрузок, рассматриваемый участок склона, обладает коэффициентом устойчивости равным  $2,07$ .



**Рисунок 2.** Зависимость коэффициента устойчивости склона от горизонтального пикового ускорения.

**Выводы:** обратный расчет устойчивости изучаемого склона показал, что существующие оползневые массы в данном объеме могли образоваться только при довольно интенсивной сейсмической нагрузке. Минимальная нагрузка необходимая для выведения из предельного равновесия рассматриваемого участка склона сопоставима с 9 баллами по шкале MSK-64.

## Литература



1. Брод И.О. и др. Геологическое строение и история геологического развития Восточного Предкавказья. Труды КЮГЭ, вып. I. Госгеолтехиздат, М.1958.
2. Зеркаль О. В., Фоменко И. К. Оползни в скальных грунтах и оценка их устойчивости // Инженерная геология. — 2016. — № 4. — С. 4–21.
3. Fomenko, I. K., Kurguzov, K. V., Zerkal, O. V., and Sirotkina, O. N. Setting soil strength parameters for slope stability calculations. In *Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations* (2019), vol. 2 of Proceedings in Earth and geosciences, CRC Press/Balkema Leiden, The Netherlands, pp. 59–64. [ DOI ]
4. Hoek E., 1983, *Strength of jointed rock masses*, 23th Rankine Lecture. *Geotechnique*, Vol. 33, No. 3, 187–223 p.
5. Hoek E., Brown E.T., 1997, *Practical estimates of rock mass strength*, *Int. J. of Rock Mech. and Min. Sci.*, Vol. 34, No. 8, 1165–1186
6. Morgenstern, N.R., Price, V.E. 1965. The analysis of the stability of general - slip surface. *Geotechnique* 15(1), P. 70-93



## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ

*Колошеин В.Б.\* (МГРИ, valentin.koloshein@gmail.com),*

*Шубина Д.Д. (МГРИ, ddshubina@gmail.com),*

*Романов В.В. (МГРИ, roman\_off@mail.ru)*

### **Аннотация**

В статье рассматривается возможность применения методов инженерной геофизики при решении инженерно-геологических задач эксплуатации линейных сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

### **Ключевые слова**

Криолитозона, сейсморазведка, георадиолокация, инженерная геофизика, железные дороги

Большое количество месторождений полезных ископаемых находится в криолитозоне. В большей степени эти территории мало освоены и помимо сложности добычи полезных ископаемых, ставится вопрос о доставке грузов и материалов к местам разработки. Одним из наиболее эффективных способов является железнодорожный транспорт [1]. Однако в связи со своей протяженностью железные дороги пересекают территории с различными инженерно-геологическими условиями, что особенно заметно в условиях распространения многолетней мерзлоты. Помимо этого, на строительство и эксплуатацию железнодорожных путей влияет потенциально возможное изменение геокриологических условий в пределах природно-технической системы.

Множество экзогенных геологических процессов, которые развиваются во время строительства и эксплуатации линейных сооружений ( в частности железнодорожных насыпей) условно можно разделить на две группы по их пространственно-временному отношению: первая группа процессов развивается непосредственно в искусственных выемках и насыпных грунтах на этапе строительства, вторая – в естественно залегающих грунтах и активизируется после строительства железной дороги и в процессе ее эксплуатации [2].

К первой группе относятся: криогенное выветривание, пучение, эрозионный размыв, сегрегационное льдообразование, морозобойное растрескивание, неравномерное промерзание и разуплотнение насыпных грунтов.

Во время строительства происходит техногенное разрушение почвенных покровов, в условии наличия сезонноталого слоя мощностью более 0,5 м происходит развитие солифлюкции. Ей подвержены склоны различной крутизны, сложенные глинистыми и суглинистыми грунтами. Насыпь в криолитозоне сложены преимущественно хорошо фильтрующими грунтами, в связи с этим при промерзании в грунтах могут образовываться сезонномерзлые сильнольдистые горизонты. Оттаивание таких горизонтов может приводить к деформации сооружения [3]. В связи с высокой льдистостью пород широко развит процесс морозного пучения.

К процессам второй группы можно отнести протаивание многолетнемерзлых грунтов в основании насыпи, термокарст, заболачивание, эрозию, наледообразование.

Вследствие изменения природных условий территории прохождения трассы (вырубка растительности, нарушения растительного покрова и др.) может происходить повышение температуры грунтов и их последующие оттаивание. Также в появлении новых очагов термокарста играет роль насыпи в накоплении более мощного снежного покрова на склонах и у основания.

Для оценки возможности проявления вышеописанных экзогенных геологических процессов и локализации их проявления во время строительства и эксплуатации



необходимо получение достоверных данных о состоянии и свойствах многолетнемерзлых грунтов. К таким параметрам относятся:

- глубины залегания кровли многолетнемерзлых грунтов;
- мощности и состояния слоя годового теплооборота;
- величины вибрационных воздействий транспорта на грунты насыпи;
- наличия пустот и прослоев льда в теле насыпи.

Данные параметры можно определить, используя геофизические методы такие как: инженерная сейсморазведка (метод преломленных волн (МПВ) и поверхностных волн (MASW)), георадиолокация.

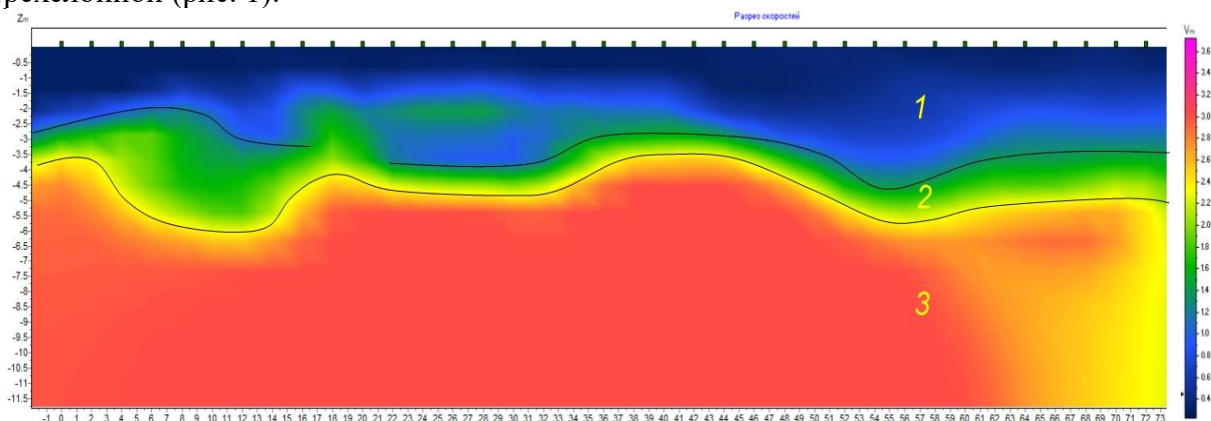
Применение этих методов связано с особенностями физических свойств мерзлых грунтов. При промерзании грунта происходит заполнение его пор льдом, в котором скорость продольных сейсмических волн возрастает, в сравнение с прохождением аналогичных волн жидкой фазы. Помимо этого, диэлектрические свойства льда позволяет электромагнитным волнам, применяемым в георадиолокации, намного меньше затухать с глубиной, что увеличивает глубину исследования. Кроме того, границы мерзлых и талых грунтов достаточно контрастны для достоверной георадиолокации.

Инженерная сейсморазведка основана на регистрации искусственно возбуждаемых упругих волн. Возбуждение продольных и поперечных упругих (сейсмических) волн происходит ударным источником. Волны распространяются вглубь геологической среды и меняют своё направление на границах слоёв с различными упругими свойствами. С помощью метода преломлённых волн (МПВ) сейсморазведка позволяет решить вопрос картирования кровли мерзлоты, определения её состояния и физико-механических свойств, структуры и состояния деятельного слоя [4].

Сейсморазведка в комплексе с георадарным профилированием [5] эффективна для определения положения верхней границы многолетнемерзлых грунтов. В связи с ограниченным распространением преломленных волн (только по границам высокоскоростных слоёв), в разрезе необходимо наличие над слоем мерзлых грунтов слоя с тальми. Поэтому полевые сейсморазведочные работы в районах криолитозоны проводятся с августа по октябрь, до времени сезонного промерзания грунтов.

Продольный разрез земляного полотна и основания изучается с помощью георадарного профилирования, поперечные — с помощью сейсморазведки. Погрешность сейсморазведки и георадиолокации при оценке глубины залегания кровли многолетней мерзлоты в основании насыпей составляет от 5 до 10% [6].

В результате ряда полевых исследований, структура инженерно-геологического разреза на насыпях в ряде северных районов оказалась достаточно близкой — трехслойной (рис. 1).



**Рис. 1.** Непрерывное распределение скоростей, полученное в программе Zond (продольные волны). Цифрой 1 выделен деятельный слой, 2— верхний промежуточный прослой мерзлоты, 3 — опорная граница многолетнемерзлых пород



Первый слой мощностью 0,5-1,5 м и по сейсмическим свойствам (300–500 м/с) оказался практически идентичным зоне аэрации умеренных широт. Второй слой со скоростью продольных сейсмических волн 700–900 м/с имеет мощность до 4–5 м, является водонасыщенным. Потенциально зоны такого слоя могут стать причиной образования сезонно-мёрзлых сильнольдистых горизонтов и деформаций земляного полотна. Ниже залегают грунты мерзлого основания насыпи, где скорость продольных волн возрастает до 3500–4000 м/с.

Состав работ, их методика и способы обработки отличаются при изучении разреза в криолитозоне в разное время года. В летний сезон из-за увлажнения верхняя часть разреза увлажняется, что отрицательно сказывается на результатах проведения работ методом поперечных волн и георадиолокации. Зимой получение дисперсионных кривых и работа методом преломленных волн осложняется промерзанием первого слоя.

Достаточно много полезной информации при изучении структуры мерзлых грунтов дает георадиолокация. В летнее время прослеживается верхняя граница мерзлоты, в зимнее — литологические границы и верхние границы криопеггов.

#### **Выводы**

Предлагаемый комплекс геофизических методов позволяет эффективно исследовать состояние и свойства грунтов при решении инженерно-геологических задач эксплуатации линейных сооружений в криолитозоне. Сейсморазведка совместно с георадиолокацией дает возможность выделять различные слои в разрезе, определять их состояния и вычислять физико-механические свойства грунтов.

#### **Литература**

1. Васильева Н.М., Ланчакова Р.А., Меркушев М.И. Проблемы транспортного обеспечения освоения месторождений полуострова Ямал // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. —2010. —№ 2. —С. 40-44.
2. Пендин В.В., Шубина Д.Д. Аспекты оценки сложности инженерно-геологических условий // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2015. № 1. С. 73-80.
3. Романов В.В., Шубина Д.Д. Методы геофизики при исследовании линейных сооружений в криолитозоне // Научный журнал Российского газового общества 2017. С. 17-20.
4. Романов В.В. Инженерная сейсморазведка М.: ООО ЕАГЕ Геомодель, 2015. — 278 с. — ISBN 978–94–6282–149–1.
5. Романов В.В., Рахматуллин И.И. Новые электроразведочные методы инженерно-геологических изысканий // Научный журнал Российского газового общества. 2014. № 1. — С. 101.
6. Солодовников А.Б. Георадарное профилирование с низкочастотными антеннами / А.Б. Солодовников // Сб. тр. III межрегион. науч.-практ. конф., г. Тында, 24–25 марта, 2011. – С. 81–83.





## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ ФУНДАМЕНТОВ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ МЕТОДОМ МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ**

*Кулешов А.П. (МГРИ, 87kuleshov@mail.ru),  
Петрова И.И. (МГРИ, 56irinapetrova47@mail.ru)*

### **Аннотация**

В статье рассмотрена эффективность применения корреляционного метода при анализе данных геотехнического мониторинга с целью подтверждения закономерности перемещения конструктивных элементов сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства.

В качестве примера рассмотрена локальная литотехническая система взаимодействия «основание – грунт» в условиях плотной застройки на территории центрального административного округа г. Москвы.

Статья выполнена в рамках организации работ по выполнению инструментального геодезического мониторинга за осадками фундаментов, кренами и горизонтальными перемещениями отдельных конструкций окружающих зданий, в период строительства.

### **Ключевые слова**

геотехнический мониторинг; система наблюдений; корреляционный анализ; грунт; напряженно-деформированное состояние; процесс деформации; осадки сооружений; режимные наблюдения.

Для современного этапа экономического и общественного развития в России характерно расширение строительного производства и проведение масштабного строительства в крупных городах, сопровождающееся постоянным ростом сложности возводимых объектов и условий, в которых осуществляется их строительство. Это неизбежно порождает новые задачи, связанные с обеспечением безопасной жизнедеятельности в условиях мегаполиса, определяющейся, во-первых, надежностью самих строящихся сооружений, и, во-вторых, влиянием проводимого строительства на уже существующую инфраструктуру.

Пренебрежение безопасностью может привести к проявлению в ранее построенных зданиях трещин в стенах, перекосов, сдвигу плит перекрытий, разрушению конструкций, т. е. нарушению нормальной эксплуатации зданий, к авариям, а в некоторых случаях даже к катастрофам [1].

Всем этим обусловлено появление в нормативных документах указаний, регламентирующих проведение геотехнического мониторинга на объектах нового строительства и реконструкции [2].

Организация режимных наблюдений (геотехнического мониторинга) за состоянием литотехнической системы, в совокупности с квалифицированным анализом получаемой в процессе мониторинга информации, позволяют своевременно принять верное управленческое решение и избежать непредвиденных экономических потерь.

В научных исследованиях часто возникает необходимость в нахождении связи между результативными и факторными переменными [3].

Если эти зависимости стохастичны, а анализ осуществляется по выборке из генеральной совокупности, то данная область исследований относится к задачам статистического исследования зависимостей, которые включают в себя корреляционный, регрессионный, дисперсионный, ковариационный анализ и анализ таблиц сопряженности [4].

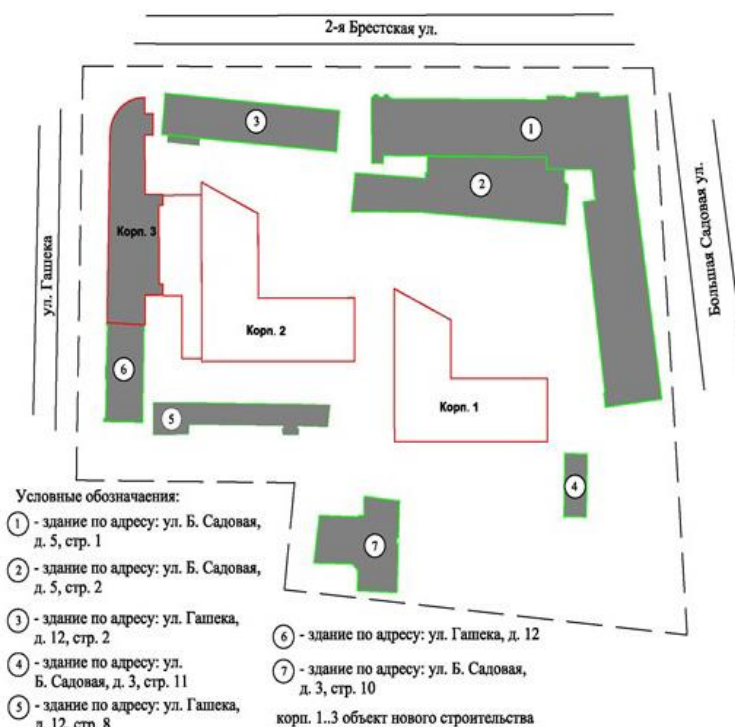
Корреляционный анализ - один из наиболее широко распространенных и гибких приемов обработки статистических данных. Задачи корреляционного анализа сводятся к



выделению важнейших факторов, которые влияют на результативный признак, измерению тесноты связи между факторами, выявлению неизвестных причин связей и оценке факторов, оказывающих максимальное влияние на результат.

Метод позволяет количественно оценить величину осадки ственных марок в результате влияния нового строительства, представляя тем самым более надежные результаты прогноза. Количественная оценка тесноты взаимосвязи двух случайных величин осуществляется с помощью коэффициента корреляции. Значение коэффициента корреляции может изменяться в диапазоне от -1 до +1 [5]. Абсолютное значение коэффициента показывает силу взаимосвязи. Чем меньше его абсолютное значение, тем слабее связь. Если он равен нулю, то связь вообще отсутствует. Чем больше значение модуля коэффициента корреляции, тем сильнее связь и тем меньше разброс в значениях при каждом фиксированном значении.

В качестве примера рассматривается локальная литотехническая система, состоящая из следующих элементов: проектируемый многофункциональный центр и здания по адресам: ул. Гашека, д.12, стр.2, ул. Гашека, д.12, стр.8, ул. Большая Садовая, д.5, стр.1,2 (Рис. 1).



**Рисунок 1.** Ситуационный план окружающей застройки, попадающей в зону влияния объекта нового строительства

Проектируемый многофункциональный деловой центр с подземной автостоянкой состоит из трех корпусов: корпус № 1 и 2 – апартаменты (12 этажей), корпус № 3 – административное здание (6 этажей). Проектом под зданиями предусмотрен 3-х этажный подземный паркинг с заглублением 13,4 м для технических и вспомогательных помещений гостиницы. Здания с габаритами в плане 68,0×61,0 м (высота этажей  $h=3,8-5,6$  м) и 151,0×79,0 м (высота этажей  $h=3,6$  м).

Здание по адресу: ул. Гашека, д. 12, стр. 2 – административное, 5-ти этажное с выносным подвалом и техническим этажом. Год постройки здания 1953. Основные габариты здания в плане 12,3×61,6 м. Минимальное расстояние от здания до ограждения котлована строящегося объекта составляет ~6,1 м.

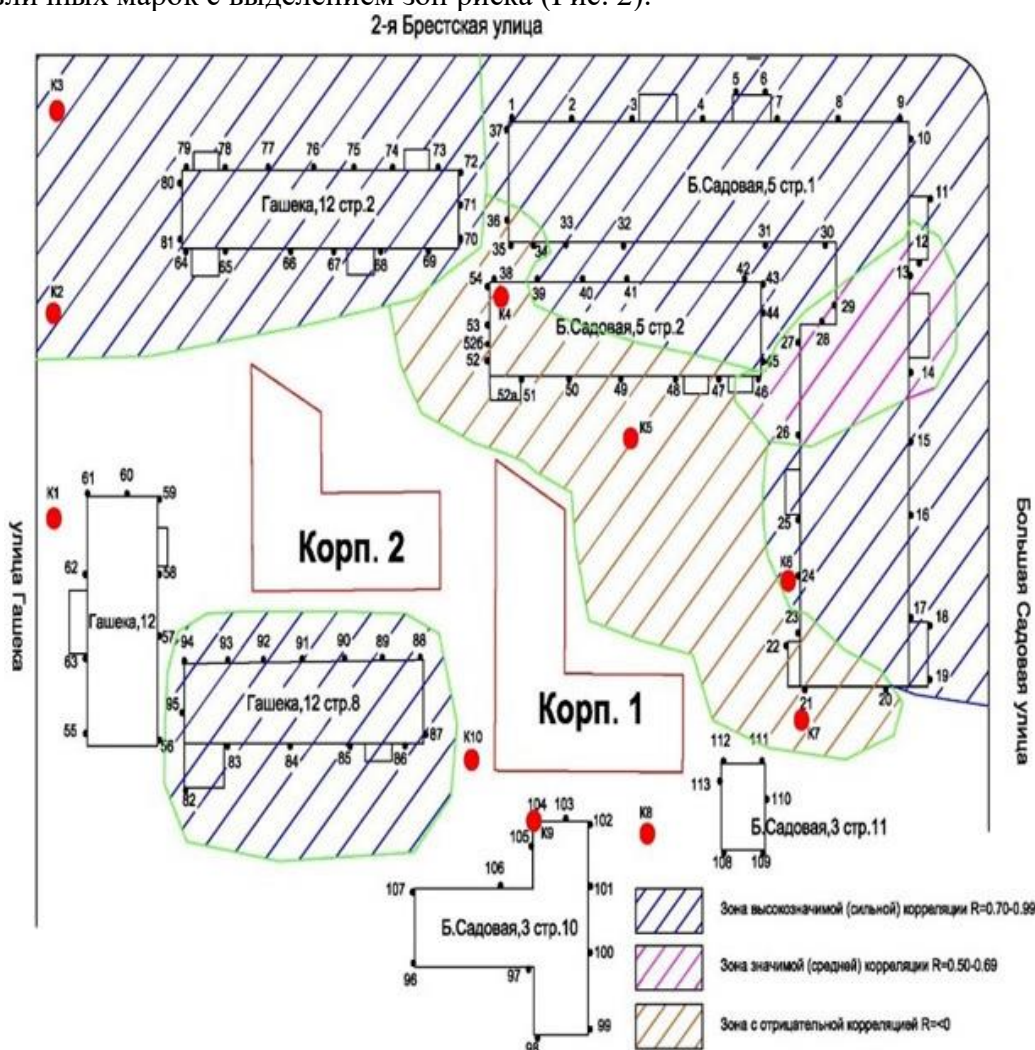


Здание по адресу: ул. Гашека, д. 12, стр. 8 – административное, 2-х этажное с мансардой, прямоугольное в плане. Минимальное расстояние от существующего здания до ограждения котлована строящегося объекта составляет ~6,0 м.

Здание гостиничного комплекса «Пекин» по адресу ул. Большая Садовая, д. 5, стр. 1, 2 спроектировано архитектором Д.Н. Чечулиным в конце 30-х гг. XX в. Статус здания – «старое». Фундаменты здания под наружными и внутренними несущими стенами ленточные, из монолитного железобетона. Минимальное расстояние от здания до ограждения котлована строящегося объекта составляет ~17,3 м.

Работы по геотехническому мониторингу выполнялись посредством визуально-инструментального наблюдения за техническим состоянием окружающей застройки и наблюдением за осадками посредством геодезических измерений перемещений деформационных марок, установленных на ограждающие конструкции. При обследовании строительных конструкций производилось изучение трещин, выявление причин их возникновения и динамики развития.

С помощью программных средств (MS Excel) произведен многофакторный корреляционный анализ для рассматриваемых выше зданий и сооружений, результаты которого представлены в виде матрицы коэффициентов корреляции и карты взаимосвязи осадок, различных марок с выделением зон риска (Рис. 2).



**Рисунок 2.** Карта взаимосвязи осадок различных марок в зоне окружающей застройки многофункционального делового центра с подземной автостоянкой

Сначала формировалась матрица исходных данных: в первой колонке, которой записывался порядковый номер наблюдения, во второй – результативный показатель, а в следующих – факторные показатели. Эти сведения вводились в ПЭВМ, и рассчитывались



матрицы парных и частных коэффициентов корреляции, уравнение множественной регрессии, а также показатели, с помощью которых оценивается надежность коэффициентов корреляции и уравнения связи: критерий Стьюдента, средняя ошибка аппроксимации, множественные коэффициенты корреляции и детерминации. Изучая матрицы парных и частных коэффициентов корреляции, делался вывод о тесноте связи между изучаемыми явлениями.

Наличие высокосвязанной (сильной), значимой (средней) и слабой прямой корреляции между перемещениями марок говорит о едином характере перемещения и, следовательно, об одинаковой «работе» элементов конструкции на которых установлены марки.

Наличие высокосвязанной (сильной), значимой (средней) и слабой обратной корреляции между перемещениями марок свидетельствует о противоположном характере перемещения марок, а значит о перекосе конструкции, что является признаком напряженного состояния конструкции и предвестником развития деформаций.

Коэффициент корреляции близкий к 0,00 (связи нет) говорит об отсутствии статистической взаимосвязи между коррелируемыми величинами, а значит о независимой друг от друга работе элементов конструкций, на которых расположены марки».

#### **Выводы**

Корреляционный анализ подтвердил качественные выводы, сделанные ранее о закономерной неравномерности перемещений марок разных конструктивных элементов, и выявил зоны, где вероятнее всего могут произойти деформации – зон потенциальной опасности.

Результаты проведенного корреляционного анализа свидетельствуют об эффективности его применения при анализе результатов наблюдений за вертикальными перемещениями конструкций, позволяют предварительно спрогнозировать дальнейшее изменение состояния ПТС и ее теоретический срок функционирования, дают возможность получить систему критериев безопасности.

#### **Литература**

1. Пендин В.В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии. – М.: КДУ, 2009. – 350 с.
2. СП 305.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве. – М.: Стандартинформ, 2017. – 69 с.
3. Строкова Л.А., Епифанова Е.А., Коржнева Т.Г. Численный анализ поведения основания опоры моста на старой железнодорожной линии // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – № 5. – С. 125–139.
4. Yang H., Xu X., Neumann I. Laser scanning based updating of a finite element model for structural health monitoring // IEEE Sensor. – 2016. – V. 7. – P. 2100–2104.  
Terrestrial laser scanner for monitoring the deformations and the damages of buildings / G. Vacca, F. Mistretta, F. Stochino, A. Dessi // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. – 2016. – V. 41. – Iss. B5. – P. 453–460.





## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОПОЛЗНЕОБРАЗОВАНИЯ НА БЕРЕГАХ Р.МОСКВА НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ФИЛИ.

*Локтионов А.Д.\* (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), кафедра инженерной геологии, г. Москва, shuralaktik@yandex.ru),*

*Шубина Д.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), кафедра инженерной геологии, г. Москва, shubinadd@mgi.ru).*

### **Аннотация**

Статья посвящена вопросам сохранности объектов культурного наследия. Одним из аспектов является изучение и прогнозирование оползневых процессов. Рассмотрены основные особенности оползневых процессов на берегах реки Москвы и методы исследования склонов. С 2017 года кафедра инженерной геологии входит в состав международного оползневого консорциума ICL-IPL, базирующегося в Киото, Япония. Данная статья выполнена в рамках проекта IPL-238, одобренного консорциумом для реализации положений Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг.

### **Ключевые слова**

оползневая опасность; оценка устойчивости склонов; суффозия; культурное наследие; парагенезис экзогенных геологических процессов.

### **Введение**

Москва – город на семи холмах, и издревле особенности рельефа во многом определяли общий облик столицы. Возвышенности и крутые обрывы правого-высокого берега р. Москвы всегда привлекали зодчих. На сегодняшний день здесь расположен ряд памятников культурного наследия: монастыри, церкви, усадьбы и храмы. Наиболее опасной угрозой для них на данный момент является вероятность развития оползневого процесса. Важнейшей задачей является прогноз оползневого процесса и оценка устойчивости склона. В качестве примера в данной статье рассмотрено геологическое строение и особенности оползневых процессов на склоне в районе Фили, где расположен памятник культурного наследия – усадьба Кунцево (Нарышкиных), а также сооружения линии обороны ВОВ.

### **1. Инженерно-геологические условия:**

Исследуемый участок относится к хорошо изученным. По данным инженерно-геологического бурения [3], в геологическом строении до глубины 80,0 м принимают участие (сверху-вниз): современный почвенно-растительный слой, современные техногенные образования, верхнеплейстоценовые покровные отложения, аллювиально-флювиогляциальные отложения московского межледниковья, среднечетвертичные ледниковые отложения московского оледенения, флювиогляциальные отложения московского межледниковья, отложения нижнего отдела меловой системы, отложения тивтонского, оксфордского и бат-келловейского ярусов юрской системы, касимовские отложения каменноугольной системы. В гидрогеологическом строении склона выделяют четыре водоносных горизонта, два безнапорные, один переменный, а самый глубокий – напорный. По данным Мосводоканала ни один из горизонтов не используется в качестве источника водоснабжения [3].

### **2. Особенности оползневого процесса на склонах Москвы-реки**





С научной, геологической точки зрения оползни Московского региона впервые были исследованы на участке Воробьевых гор А.В. Павловым (1869 – 1947 гг.) в 1908 г., в связи с произошедшими деформациями склона близ восточного края с. Воробьевка в районе нынешней Смотровой площадки. Оползни характеризуются преимущественно регрессивным (вглубь склона) характером развития и весьма длительными (десятки и сотни лет) периодами медленных (1 – 30 см/год) деформаций. Основной причиной возникновения этих оползней являлся подмыв высокого берега Москвы-реки.

Оползни поверхностные и мелкие развиваются на склонах реки Москвы, ее притоках и бортах овражно-балочной сети. Они также осложняют стенки отрыва глубоких оползней. Оползни этого типа по механизму смещения относятся к оползням скольжения и течения, иногда встречаются и суффозионные оползни, обусловленные механическим выносом материала источниками подземных вод, разгружающимися на склоне. Оползни возникают на склонах различной высоты, крутизной 28-30° и более, подмываемых и неподмываемых. Глубина захвата пород до 10-15 м. Смещаются породы четвертичного возраста и современные насыпные грунты [1].

Основными природными факторами образования этих оползней является эрозионная деятельность водотоков в основании склонов, а также неблагоприятные климатические условия весеннего периода года, когда они возникают или активизируются – большое количество осадков в весеннее время в сочетании со снеготаянием, оттаиванием грунтов и подъемом уровня грунтовых вод.

На изучаемом склоне следует предусмотреть возможность формирования оползней 2ого типа, так как в геологическом строении склона есть юрские глины, которые очень часто являются основным деформируемым горизонтом в оползнях скольжения. По внешнему виду поверхности склона вблизи усадьбы, можно предположить наличие суффозионных воронок. Это означает, что на склоне может развиваться парагенезис процессов, при этом механические свойства грунтов будут снижаться за счет суффозии и провоцировать оползневой процесс [5]. Однако это момент требует более детально обследования.

### **3. Состояние усадьбы Кунцево (Нарышкиных) в районе Фили.**

Усадьба Кунцево (Нарышкиных) – это памятник культурного наследия, изначально являвшийся загородной усадьбой дворянского рода Нарышкиных. Первое здание усадебного комплекса – Главный дом, было заложено в 1744г. История этого дома полна трагических событий. Здание пережило два крупных пожара (1812г. и 1976г.), затем его отстроили, но уже каменным, но и это не спасло от третьего пожара в 2014 году. Главный дом до сих пор находится на реконструкции. Две другие постройки – это западный и восточный флигели, отстроенные только в 1830е годы. На сегодняшний день, все три здания находятся в плачевном состоянии. Главный дом пытаются восстановить косметическим ремонтом и отстройкой новой крыши, однако видно, что конструкция требует более глубоких вмешательств, об этом говорят многочисленные трещины под сводами и в районе фундамента (рисунок 1).

В наиболее плачевном состоянии находится западный флигель, на данный момент его не восстанавливают, окна и двери заколочены (рисунок 2). Не без дефектов и Восточный флигель, однако его пытаются сохранить (рисунок 3).



*Рисунок 1. Деформационные трещины в крыше главного корпуса.*



*Рисунок 2. Трещина по стене западного флигеля.*



*Рисунок 3. Восточный флигель.*

#### **4. Результаты обследования**

При рекогносцировочных обследованиях было выявлено несколько факторов, подтверждающих активность склонов на берегу р. Москвы в исследуемом районе. К ним относятся довольно частые выходы родниковых вод у основания склона, это указывает на близкое от поверхности залегание водоупора (вероятно, юрских глин). Все склоны изрыты сетью дождевых канав, которые смывают верхний слой грунта, наблюдаются выходы фундаментов некоторых парковых сооружений.

Поверхность кровли террасы, на которой стоит сама усадьба, также не ровная, с большим количеством воронок и западин, что может свидетельствовать о присутствии суффозии. Здания также являются наглядным примером активности склона, трещиноватость под сводами крыши у главного здания, большие трещины, идущие от пола до потолка, на стенах западного флигеля.



### Выводы и рекомендации

В качестве рекомендаций по локализации при предварительном изучении можно рекомендовать следующее:

- Для уменьшения эрозионного размыва, особенно в периоды обильно снеготаяния и сильных дождей, стоит организовать систему дренажа, например водопропускные лотки.
- Для предотвращения оползневых процессов с поверхностью скольжения, расположенной в четвертичных отложениях, можно изменить морфологию склона – сделать террасирование, применить георешетки.
- Потенциальные оползневые тела с поверхностью скольжения, расположенной в юрских глинах, требуют более капитальных мер по укреплению склона – установки свай или анкерного крепления.

В любом случае, при принятии решений насчет тех или иных мер инженерной защиты и их проектировании прежде всего необходимо осуществить моделирование и оценку устойчивости склона, выявить расположение потенциальных поверхностей скольжения и вычислить объемы оползневых тел. Для этого необходимо получить соответствующую инженерно-геологическую информацию и результаты мониторинга.

### Литература

1. Кропоткин М.П. О возрасте блоковых оползней Москвы – спустя полвека. Инженерная геодинамика, №1, 2017. – С.28-37.
2. Кюнтцель В.В. О возрасте глубоких оползней Москвы и Подмосковья, связанных с юрскими глинистыми отложениями // Бюллетень Мос. об-ва исп. природы. Отделение геологии. Т. XL (3), 1965. С. 93-100.
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях для проектирования противооползневых мероприятий на участке склона между Карамышевским и Хорошевским спрямлениями р.Москвы. ГСПИ, Москва, 2007.
4. Отчет «Сейсмические исследования оползневого склона на участке между Карамышевским и Хорошевским спрямлениями реки Москвы. ФГУП «Государственный специализированный проектный институт», 2007.
5. Оползневые процессы, как факторы разрушения объектов культурного наследия России Шубина Д.Д., Невечеря В.В., Сироткина О.Н., Фоменко И.К. В сборнике: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации Материалы Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций. Москва, 2019. С. 451-458.



## ОЦЕНКА СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

*Никушина Т.А.\* (МГРИ, tanush-618@mail.ru) Дмитриев В.В. (МГРИ, v.v.dmitriev@mail.ru)*

**Аннотация:** рассматривается возможность и целесообразность использования в процессе мониторинга состояния исторических сооружений в качестве характеристики состояния его конструктивных элементов и грунтового основания скорости деформации. На конкретном примере показана эффективность использования предлагаемого показателя.

**Ключевые слова:** историческое сооружение, памятник истории и культуры, мониторинг, скорость деформации, деформация, трещина, неравномерная осадка.

В соответствии с порядком организации и ведения инженерно-технических исследований объектов культурного наследия [1], правилами инженерно-геологических изысканий (исследований) для сохранения объектов культурного наследия [2], реставрация, восстановление, функциональное приспособление недвижимого архитектурного памятника истории и культуры в процессе проведения работ и в последующие после их окончания годы эксплуатации памятника должны сопровождаться мониторингом параметров его состояния [3].

Существенным недостатком нормативной базы, регламентирующей технологию организации и реализацию мониторинга состояния памятников истории и культуры, является отсутствие контрольных величин наблюдаемых скоростей и прогнозируемых деформаций, фиксируемых в процессе их использования или реставрационных работ. Так, в приложениях Е и Ж ГОСТ Р 56198-2014 приводятся предельные дополнительные деформации основания фундаментов архитектурных объектов культурного наследия при выполнении ремонтно-реставрационных работ, а также объектов культурного наследия, расположенных в зоне влияния ремонтно-реставрационных работ или других техногенных и природных воздействий. Однако, вышеупомянутые величины предельных дополнительных деформаций являются лишь констатацией факта имеющих место деформаций сооружения, ее «предельными значениями».

Профессионалы знают, что гораздо легче предупредить разрушение сооружения, вовремя отремонтировать, реставрировать сооружение, чем восстанавливать его из руин, выпрямлять стены, «залечивать» развивающиеся трещины или восстанавливать отдельные разрушившиеся конструктивные элементы. С этой точки зрения, эффективным методом оценки состояния сооружения, качества закрепления грунтов основания представляется использование результатов оценки скоростей и прогноза деформаций конструктивных элементов сооружения во времени и пространстве[4].

Ее реализация выполняется следующим образом:

- 1) на основании результатов оценки высотного положения деформационных марок, закрепленных на стенах сооружения, строят графики их изменений;
- 2) для характерных участков изменений подбирают вид и рассчитывают уравнения регрессии;





3) на графики наносят линии тренда вертикальных перемещений стенных марок, которые показывают закономерности перемещений конструктивных элементов сооружений и их оснований, здесь же указывают величины достоверности «Молодые – Научкам о Земле» IX Международная научная конференция молодых ученых «Молодые - Научкам о Земле» г.Москва 1- 3 апреля 2020 г. аппроксимации  $R^2$ , отражающие близость значений линии тренда к фактическим данным;

4) для каждого характерного участка определяют скорости деформаций конструктивных элементов сооружения;

5) с целью визуализации этих данных составляют схему скоростей вертикальных смещений конструктивных элементов сооружения;

6) при необходимости, составляется прогноз изменений состояния сооружения, которые отражают тенденцию и закономерности развития деформаций конструктивных элементов архитектурного сооружения во времени и в пространстве;

7) на основе полученных данных принимают решения о необходимости принятия ремонтных, реставрационных мероприятий, эффективности выполненных реставрации стен, фундамента, закрепления грунтового основания и т.д.

Использование данного метода уже после реализации четырех циклов мониторинга позволяет дать оценку состояния, стабилизации или наличия угрозы деформации памятника истории и культуры.

Расчет скоростей деформаций конструктивных элементов сооружений использовался авторами работы [5] для обоснования метода и технологии укрепления оснований сооружений объекта всемирного наследия Свято-Троицкой Сергиевой Лавры.

Грунтами основания сооружений Свято-Троицкой Сергиевой Лавры, возведенной в XV-XIX веках на левом берегу р. Кончуры, являются грунты различного литологического состава, находящиеся в разных геоморфологических условиях. Неравномерная деструкция деревянных свай в основаниях многих сооружений монастыря и различные геологические условия привели к деформациям сооружений, появлению на их стенах многочисленных трещин.

Из схемы скоростей деформаций конструктивных элементов Успенского собора, построенной для периода с 1996 по 2010 гг., видно, что максимальные осадки, составляющие от 1,0 до 1,6 мм/год, испытывает южная часть собора (рис. 1).



**Рисунок 1.** Схема скоростей деформаций конструктивных элементов Успенского собора в период с 1996 по 2010 гг. (до закрепления основания).





Северо-западный угол немного поднимается, а центральная часть сооружения опускается со скоростью 0,5-1,0 мм/год. Минимальные осадки (менее 0,5 мм/год) наблюдаются вдоль северного и северо-восточного участков стен собора. При этом, величины суммарных накопленных осадок для марок №№63, 65, установленных на южной стене Успенского собора в 2015 г. составили 20,5 и 26,4 мм соответственно, что «Молодые – Научкам о Земле» IX Международная научная конференция молодых ученых «Молодые - Научкам о Земле» г.Москва 1- 3 апреля 2020 г. превышает допустимые существующими нормативными документами величины практически в 2 раза. Дальнейшее развитие таких деформаций могло привести к разрушению собора. Поэтому на основании результатов прогноза деформаций было принято решение о закреплении его основания.

После закрепления грунтов основания, выполненного методом горизонтального инъецирования по сложной двухуровневой схеме [5], в установившийся период, через 3 года после закрепления, на основной части сооружения скорости деформаций существенно уменьшились, тренды деформаций не наблюдаются (рис. 2).



**Рисунок 2.** Схема скоростей деформаций конструктивных элементов Успенского собора в 2015 г. (в установившийся период)

Скорости деформаций, полученные в результате геодезических наблюдений в установившийся период, не только свидетельствуют об успешном закреплении грунтов основания собора, но и подтверждают отсутствие деформаций в его конструктивных элементах, несмотря на значительные суммарные величины деформаций.

### Литература

1. ГОСТ Р 55567 – 2013. Порядок организации и ведения инженернотехнических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры // М.: Стандартинформ. 2013.
2. ГОСТ Р 55945 – 2014. Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям для сохранения объектов культурного наследия // М.: Стандартинформ. 2014.
3. ГОСТ Р 56198 – 2014. Мониторинг технического состояния объектов культурного наследия. Недвижимые памятники. Общие требования // М.: Стандартинформ. 2015.



4. Дмитриев В.В., Никишина Т.А. Мониторинг состояния исторических сооружений – основа проектов сохранения памятников истории и культуры // Сборник трудов 6-го Международного научно-практического Симпозиума «Природные условия строительства и сохранения храмов Православной Руси», ПАРЦ СТСЛ. 2016. С. 306 – 310.

5. Дмитриев В.В., Кугушева И.В. Укрепление грунтов оснований исторических сооружений //Изв. ВУЗов, «Геология и разведка», 2013. №2. С. 55 – 62.



## ЛОКАЛЬНЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ РЕКИ ВОЛГИ ПРЕДВОЛЖЬЯ ТАТАРСТАНА

*Петрова Д.И.\* (Казанский федеральный университет, darja\_scorpion@mail.ru),*

*Королёв А.Э. (Казанский федеральный университет, АЕKorolev@kpfu.ru)*

### Аннотация

Изучение гидрогеологических условий правобережья реки Волги позволило выявить здесь наличие локальных нестационарных гидрогеологических систем с меняющимися во времени режимами фильтрации водного потока. По особенностям взаимодействия подземных вод с водовмещающими породами и их приуроченностью к гидрогеологическим структурам они были подразделены на три типа: локальные нестационарные гидрогеологические системы оползневых массивов, прибрежных склонов и складчатых дислокаций.

**Ключевые слова:** Предволжье, подземные воды, гидрогеологические системы.

Предволжье представляет собой географическую область на территории Республики Татарстан, примыкающую к правому берегу реки Волги. В региональном плане она занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности, ступенчато погружающуюся в сторону Волжской речной долины. В геоморфологическом отношении участок характеризуется сильно расчлененным рельефом, сформировавшимся при участии разнонаправленных процессов тектонического воздымания территории и денудации слагающих ее пород. В настоящее время поверхность Предволжья приподнята над урезом р. Волги на 180 м. Все правобережье изрезано многочисленными глубокими оврагами, выходящими в Волжскую долину. Региональное моноклиналиное залегание коренных пород среднепермского и мезозойского возраста в сторону Ульяновска обуславливает преимущественное движение подземных вод с севера на юг. И лишь на правобережье р. Волги, где плоскостной смыв и оползневые процессы придали поверхностному рельефу наклон в сторону речной долины, создались условия для фильтрации потока подземных вод в восточном направлении. Относительно небольшие площади водосборных бассейнов приповерхностных подземных вод и установившиеся в последнее время засушливые года способствовали формированию в правобережье Волжской долины локальных нестационарных гидродинамических систем с меняющимися во времени режимами фильтрации водного потока.

По особенностям взаимодействия подземных вод с водовмещающими породами и их приуроченностью к гидрогеологическим структурам были выделены локальные нестационарные гидрогеологические системы оползневых массивов, прибрежных склонов и складчатых дислокаций.

Гидрогеологические системы оползневых массивов формируются в пределах верхних террас крупных оползней, сложенных породами средне перми и верхней юры. Полевые изучения оползневых массивов позволили выявить в них два типа гидрогеологических систем, различающихся строением области питания и транзитной зоны. В оползневых телах, сложенных доломитами и мергелями уржумского яруса, развиты простые пластовые гидрогеологические системы [1]. В них областью питания является вся поверхность тела оползня, а источником пополнения запасов влаги атмосферные осадки. Водоносные пласты локализованы в трещиноватых мергелях, которые под действием просачивающихся через них инфильтрационных вод превратились в плохо структурированный дресвяно-щебеночный покров, залегающий на плотных доломитах – водоупорах. Наклонное залегание доломитовых слоев создает



предпосылки для направленной фильтрации грунтовых вод в сторону естественного понижения, где они разгружаются в виде малодобитных нисходящих родников. В оползневых телах, сложенных глинами и мергелями верхнеюрского возраста, гидрогеологические системы отличаются преобладающей вертикальной инфильтрацией подземных вод в зоне транзита. Их источником питания являются неглубокие озера, сформированные на поверхностях оползневых террас. Под действием давления воды в озерных котловинах и силы тяжести, просачивающиеся инфильтрационные воды по системам трещин в глинах проникают до более плотного глинистого слоя – водоупора. Здесь непосредственно под озерной котловиной формируется купол подземных вод. Растекание купола подземных вод в сторону наклонных понижений слоев – водоупоров приводит к созданию областей разгрузок в виде мочажин или малодобитных нисходящих родников, выходящих на поверхность на одном гипсометрическом уровне. Для всех оползневых гидрогеологических систем характерным является нестационарность функционирования. Как правило, они хорошо проявляются весной и малозаметны летом и зимой.

Склоновые гидрогеологические системы формируются на полого наклонных склонах денудационного рельефа Приволжской возвышенности, где эрозионные процессы, смывая приповерхностные породы, создают наклонные поверхности в рельефе правого берега р. Волги. Для них характерно небольшая площадь водосбора, поросшая растительностью, и наличие в верхней части разрезов области распространения подземных вод покровных четвертичных суглинков мощностью от 0,5 до 2,0 м. В областях формирования склоновых нестационарных гидрогеологических систем экзогенная трещиноватость способствует проникновению атмосферных осадков на весьма значительные глубины. Просачивающиеся воды начинают формировать водоносные горизонты лишь встретив на своем пути плотные, слабопроницаемые породы. Накапливаясь на водоупорных слоях доломитов или доломитовых мергелей, инфильтрационные воды постепенно увеличивают мощность водоносного слоя и распространяются по латерали вдоль кровли плотных пород. Области разгрузок подземных вод совпадают с местами выходов плотных пород-водоупоров на поверхность Земли в склонах долины реки Волги. Разгрузка осуществляется в виде рассеянных малодобитных источников, рассредоточенных вдоль кровли плотных пород, обнажающихся в разрезах уржумского яруса. Часто выходы подземных вод маркируются мочажинами, увлажняющими породы на протяженных участках склонов. Увлажненные породы могут проследиваться по латерали до 10-15 м. Участками в стенках обнажений правобережья р. Волги можно наблюдать ярусное расположение зон разгрузок подземных вод, когда один водоносный горизонт располагается под другим. В склоновых гидрогеологических системах воды по типу водовмещающего пространства трещинно-пластовые со свободной поверхностью, т.е. грунтовые, или межпластовые. Их движение осуществляется под действием силы тяжести в сторону естественных понижений. Период существования рассмотренных гидрогеологических систем полностью определяется климатическим фактором, а именно количеством и интенсивностью выпадения атмосферных осадков. В засушливые периоды они перестают функционировать.

Локальные нестационарные гидрогеологические системы складчатых дислокаций являются наименее развитыми. Они приурочены к зонам смятия пород среднепермского возраста. Типичным примером являются складки у г. Тетюши, известные как Тетюшские дислокации. Здесь породы верхней части разреза деформированы в складчатые нарушения. Слои красно-бурых доломитовых мергелей и светло-серых доломитов, изгибаясь, образуют чередующиеся синклинали и антиклинали. Видимая ширина зоны складчатых деформаций составляет около 200 м. В южной части обнажений в разрезах правого борта долины реки Волги вскрываются наклонные складки, в средней части – прямые симметричные, в северной



– сундучные. Амплитуды складок доходят до 8,0 м, расстояние между крыльями – 5,0 м. Породы, смятые в складки, характеризуются сильной трещиноватостью. Многочисленные трещины прослеживаются как в замках, так на крыльях пликативных нарушений. В породах, слагающих нижние слои антиклинальных складок и верхние слои синклиналиных складов, субвертикальные трещины забиты глинистым материалом, образующимся при разрушении мергелей. В настоящее время верхние части прямых симметричных антиклинальных складок срезаны процессами денудации земной поверхности. На них с несогласием плащеобразно залегают четвертичные суглинки мощностью до 0,8 м. Образовавшаяся на поверхности земли небольшая ложбина с понижением, тяготеющим к оси синклиналиной складки, и возвышенностям по периферии, приуроченными к сводам антиклинальных складок, создали предпосылки для формирования здесь аналога, только в меньших масштабах, межгорной гидрогеологической системы. Вся площадь, занятая ложбиной, и часть берегового склона до водораздела являются ее областью питания. Выпадающие атмосферные осадки, просачиваясь через маломощные четвертичные суглинки, и трещиноватые породы крыльев антиклинальных складок достигают замка сопряженной с ними синклиналиной складки. Постепенно накапливаясь и заполняя трещины в деформированных слоях доломитов и мергелей, инфильтрационные воды формируют водоносный пласт. Водоупорным ложем являются слои пород, в которых трещины закольматированы глинистым материалом. В период таяния снега и обильного выпадения осадков мощность водоносного горизонта увеличивается до 1,0 м, в засушливый период – уменьшается до 0,3 м. Воды безнапорные, относятся к пластово-трещинному типу со свободной поверхностью. Их движение по наклонно-залегающим трещиноватым породам осуществляется под действием силы тяжести. Разгрузка водоносного горизонта происходит в средней части обрывистых стенок правого борта долины реки Волги, в области замка синклиналиной складки. В зависимости от периода года зоны разгрузки могут проявляться либо в виде нисходящих родников с дебетом около 0,1 л/с, либо в виде мочажины. Климатические особенности местности, определяющие интенсивность цикла водооборота, обуславливают нестационарность режима функционирования данной гидрогеологической системы. При этом заметная роль в ее существовании принадлежит покрову четвертичных суглинков. С одной стороны он определяет скорость поступления атмосферных осадков в трещиноватые водовмещающие породы, с другой – препятствует испарению влаги с зеркала водоносного слоя. При аналогичных геологических и гидрогеологических условиях, но при отсутствии четвертичного покрова, впадинные гидрогеологические системы не формируются. Так как вся поступившая в трещиноватые породы влага идет на испарение или впитывается в тонко-поровое пространство монолитных кусков доломитов и мергелей.

#### Литература

1. Петрова Д.И., Королёв А.Э. Тело оползня как локальна гидрогеологическая система // Геология в развивающемся мире: сб. науч.-практ. конф. студ., асп., и молодых ученых / отв. ред. Ю.А. Башурова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2019. С. 463-465.





## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЯ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ХРЕБТА АБИШИРА-АХУБА

*Попова Е.С. \* (МГРИ, popova8398@yandex.ru),  
Буфеев Ф.К. (МГРИ, fbufeev@hotmail.com)*

### **Аннотация**

Рассмотрены инженерно-геологические условия территории оползнеопасного склона, расположенного на южном склоне хребта Абишира-Ахуба в Карачаево-Черкесской Республике.

### **Ключевые слова**

Оползни. Устойчивость склонов. Методы предельного равновесия.

Оползневой процесс является одним из наиболее опасных и разрушительных. Под оползнем, согласно Е.П. Емельяновой, следует понимать смещение на более низкий уровень части горных пород, слагающих склон (а иногда также его основание, подножие и территорию за его бровкой) в виде скользящего движения, в основном без потери контакта между движущимися и неподвижными породами [1]. Одним из наиболее актуальных вопросов в настоящее время является изучение устойчивости склонов в зависимости от использования различных значений механических характеристик грунтов.

Рассматриваемый оползень развивается на южном склоне хребта Абишира-Ахуба, располагающемся на территории Карачаево-Черкесской Республики в 11 км от поселка Архыз, вблизи строящейся дороги в поселке Лунная поляна.

Территория относится к высокоподнятой внутригорной эрозионно-тектонической депрессии с широким развитием древнеледниковых гравитационных и водно-ледниковых форм, характеризуется денудационно-аккумулятивным рельефом, представляет собой выположенный участок выноса гляциально-делювиальных отложений с хребта Абишера-Абуха. Абсолютные отметки территории изменяются от 1638 до 1830 м. Характерной чертой долины является холмисто-западинный рельеф днища и высокая неоднородность состава отложений. С севера на юг участок прорезан постоянно действующими ручьями, впадающими в р. Архыз.

Согласно данным инженерно-геологических изысканий, выполненных АО «Мособлгидропроект» [2], на исследуемом участке выделены следующие стратиграфогенетические комплексы: современные отложения почвенного слоя (pdQIV) суглинистого состава; современные техногенные накопления (tQIV), представленные насыпными грунтами; верхнечетвертичные и современные аллювиальные отложения (aQIII-IV), представленные галечниковыми грунтами метаморфических пород малой степени водонасыщения и водонасыщенными; верхнечетвертичные и современные гляциально-делювиальные отложения (gdQIII-IV); представленные щебенистыми грунтами метаморфических пород средней степени водонасыщения) и водонасыщенными с включениями глыб до 15%; верхнечетвертичные и современные лимногляциальные отложения (lgQIII-IV), представленные суглинками песчанистыми, тяжелыми, с дресвой; верхнечетвертичные и современные делювиальные отложения (dQIII-IV), представленные суглинками песчанистыми; элювиальные отложения плинсбахского яруса нижней юры (eJ<sub>1p</sub>) –представлены щебенистым грунтом аргиллита, вскрытой мощностью; отложения плинсбахского яруса нижней юры (J<sub>1p</sub>), коренные отложения морского происхождения, представленные аргиллитами.

Гидрогеологические условия сложные, подземные воды на участке развиты повсеместно и приурочены преимущественно к гляциально-делювиальным (gdQIII-IV) и делювиальным (dQIII-IV) отложениям, а также встречаются в отложениях, имеющих



ограниченное по площади распространение - техногенных (tQIV), аллювиальных (aQIII-IV), лимногляциальных(lgQIII-IV) и элювиальных (eJ<sub>1p</sub>).

Расчеты устойчивости склона, выполненные АО «Мособлгидропроект», производились по классу методов предельного равновесия, представленных методом Morgenштерна-Прайса, упрощенными методами Бишопа и Янбу на 5 сечениях. Результаты расчёта устойчивости склона показали:

- при проектном изменении склона в естественном (основном) состоянии склон по всем расчетным сечениям является устойчивым;
- при водонасыщении склона склон по всем расчетным сечениям является устойчивым;
- при сейсмической нагрузке в 8 баллов склон по всем расчетным сечениям является неустойчивым;
- при сочетании нагрузок склон по всем расчетным сечениям является неустойчивым.

### **Литература**

1. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / — Москва: Недра, 1972. — 308 с.
2. 1118.1.1-ОТ1.ИГИ\_01-307=0



**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА НОВАЯ ТУРА  
ЗЕЛЕНОДОЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Салихова Э.Н.\* (КФУ ИГиНГТ, salikhova.en@gmail.com), Королев Э.А (КФУ,  
ИГиНГТ, edik.korolev@gmail.com)*

**Аннотация**

В данной работе проводилось изучение физико-механических свойств насыпных грунтов в районе поселка Новая Тура Зеленодольского района Республики Татарстан, построение сводных инженерно-геологических разрезов изучаемой территории с помощью программы AutoCad 2010, также оценено состояние техногенных насыпных грунтов при строительстве объектов различного назначения.

**Ключевые слова**

Инженерная геология, специфические грунты, насыпные грунты, AutoCad 2010, поселок Новая Тура, Республика Татарстан.

В настоящее время повсеместно развивается строительство, при этом многие территории характеризуются обилием насыпных грунтов, что осложняет выбор проектных решений при заложении фундаментов объектов различного назначения. Основной проблемой строительства на насыпных грунтах является неизученность их физико-механических свойств, состояния и пригодности для строительства. Оценке этих показателей и посвящена данная работа.

Целью работы является изучение состава и состояния техногенных насыпных грунтов при строительстве объектов различного назначения.

В административном отношении площадка изысканий расположена в Зеленодольском муниципальном районе Республики Татарстан, южнее пос. Новая Тура.

Район работ расположен на границе с западной частью города Казань, наиболее крупного населенного пункта, расположенного в непосредственной близости к участку работ (рис. 1).



*Исследуемая территория*

*Рисунок 1. Фрагмент физической карты г. Казани и прилегающих территорий*

В ходе написания данной работы было изучено 3 строительные площадки (рис. 2).



*Исследуемая территория*

*Рисунок 2. Космоснимок участка работ*

В геологическом строении изучаемых территорий до глубины бурения (20.0 м) принимают участие:

- техногенные современные отложения (t IV), представленные насыпным грунтом, несцементированным (неконсолированным), неоднородным, смешанного состава:



суглинисто-супесчаные грунты с примесью песков с включениями строительного мусора, стволов деревьев и кустарников, в подошве слоя по консистенции приближенному к мягкопластичному (вскрытая мощность отложений 0.3 – 15.0 м);

- аллювиальные и аллювиально-делювиальные среднечетвертичные отложения (а, ad II), представленные преимущественно песками светло-желтыми и желтыми, мелкими, реже пылеватыми, маловлажными до водонасыщенных, с прослоями супесей коричневатого-желтого цвета, песчанистых, пластичных до твердых; и редко суглинками коричневатого-серого, коричневого цвета, песчанистыми, легкими, тугопластичными до мягкопластичных (вскрытая мощность отложений – от 0.6 м до 12.0 м);

- органогенные среднечетвертичные отложения (bIII), представленные торфами древесными (вскрытая мощность отложений – 0.8 м).

В пределах рассматриваемой территории выделены насыпные техногенные грунты, которым и посвящена работа.

Техногенные грунты, представленные как ИГЭ № нс, распространены на всех изучаемых площадках изысканий под проектируемые строения. Они имеют широкое распространение на всех изучаемых участках. В пределах изучаемой территории тело насыпи имеет минимальные мощности в восточной части изучаемой территории (минимальная вскрытая мощность 0.3 м – скважина №А2), максимальные мощности - в юго-западной части (максимальная вскрытая мощность 15.0 м – скважина № С6).

Насыпи формировались методом послойной сухой засыпки. Возраст насыпей 1-2 года. Грунты преимущественно супесчано-суглинистого состава, различной консистенции (в подошве слоя по консистенции приближенные к мягкопластичным), перемещенные при экскавации в ходе планирования территории.

Как правило, насыпные грунты не являются надежным основанием для проектирования сооружений, поскольку характеризуются многолетней консолидацией и неравномерным уплотнением.

Также следует отметить, что насыпные грунты глинистого состава подвержены процессу самоуплотнения.

Выводы, сделанные при написании данной работы:

1. В геологическом строении изучаемой территории принимают современные техногенные, среднечетвертичные аллювиальные, аллювиально-делювиальные, органогенные отложения;
2. Техногенные грунты представлены ИГЭ № нс, которые распространены на всех изучаемых площадках изысканий под проектируемые строения. Минимальная вскрытая мощность 0.3 м – скважина №А2, максимальная вскрытая мощность 15.0 м – скважина № С6. Техногенные насыпные грунты имеют неоднородный состав и сложение, преимущественно суглинки и супеси с прослойками песков.
3. В ходе рекогносцировочных работ было отмечено неравномерное распространение насыпных техногенных грунтов, что подтверждается инженерно-геологическими разрезами и литолого-геологическими колонками.





## **Литература**

1. А.И. Шевелёв, Н.И. Жаркова, С.И. Поляков, Р.К. Галеев, И.А. Серебренникова, А.И. Латыпов, И.С. Нуриев, Ю.Р. Ахиярова, М.И. Мухамедшина Гидрогеологические и инженерно-геологические условия города Казани/ Научн. Ред. А.И. Шевелёв. - Казань: Казан. Ун-т, 2012 - 236 с.
2. Н.И. Жаркова, Г.А. Чернийчук, И.Я. Жарков, Р.К. Галеев Ученые записки Казанского университета, Естественные науки, Том 155, Кн. 4, Техногенные грунты г. Казани: особенности формирования состава, строения и свойств, 2013



## СООТВЕТСТВИЕ УСТЬЕВЫХ И ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В САМОИЗЛИВАЮЩИХ ГАЗОВОДЯНЫМ ФЛЮИДОМ СКВАЖИНАХ

*Секерина И.Н. (ЗАО ГИДЭК, [sekerina@hydec.ru](mailto:sekerina@hydec.ru)),  
Б.В. Боревский, А.Б. Ракунов (ЗАО ГИДЭК, [info@hydec.ru](mailto:info@hydec.ru))*

**Аннотация:** В настоящей статье рассмотрен вопрос соответствия устьевых и пластовых давлений в самоизливающихся скважинах на месторождениях углекислых минеральных вод. Разница между истинным давлением в пласте и в стволе скважины может возникать на глубине, на которой начинается разделение фаз. Глубина этой зоны может приближенно быть рассчитана по формуле Дальтона, а также установлена экспериментально по данным резистивиметрии и при спуске измерительных устройств.

**Ключевые слова:** месторождение углекислых минеральных вод, самоизливающая скважина, устьевое и пластовое давления, глубина зоны разделения фаз, мониторинг.

Вопрос о соответствии устьевых и пластовых давлений в самоизливающихся скважинах на месторождениях углекислых минеральных вод является принципиальным для интерпретации гидродинамического режима при опытных выпусках и эксплуатации. Нетрудно предположить, что разница между истинным давлением в пласте и в стволе скважины может возникать на глубине, на которой начинается разделение фаз. На этой глубине вследствие снижения пластового давления растворимость углекислого газа уменьшается, и часть его переходит из растворенного состояния в спонтанное (свободное). По мере подъема газовой смеси расход свободного газа возрастает, что приводит к снижению плотности воды и увеличению давления, которое начинается с глубины разделения фаз. Следовательно, истинное пластовое давление может быть измерено в стволе скважины только ниже отметки разделения фаз.

Эта величина в стволе скважины или выше ее устья с некоторым приближением может быть оценена в соответствии с законом Дальтона (чаще его называют законом Генри), определяющим зависимость растворимости газа от давления:

$$P = \frac{r}{\lambda},$$

где  $P$  - давление газа на глубине начала разделения фаз, атм.;  $r$  - суммарное количество растворенного и спонтанного газа на устье (или растворённого газа ниже зоны разделения фаз), г/дм<sup>3</sup>;  $\lambda$  - коэффициент растворимости газа (по Освальду).

Содержание растворенного газа определяется при отборе пробы на устье скважины при определенных давлениях и температуре. Поэтому при такой оценке делается допущение, что погрешностью, возникающей за счет изменения температуры и снижения давления между устьем скважины и глубиной разделения фаз, обычно можно пренебречь.

Непосредственными измерениями в стволе скважины глубину начала перехода углекислого газа из растворенного состояния в свободное можно определить по данным резистивиметрии, которая позволяет зафиксировать глубину изменения кондуктопроводности (общей минерализации) минеральной воды, вследствие уменьшения содержания растворенного углекислого газа.

Во всяком случае, для измерения пластового давления следует устанавливать измерительные приборы (датчики давления или пьезометрические трубки) заведомо ниже глубины разделения фаз. Обязательным условием является измерение температуры воды, расхода воды и газа на устье скважины. Причём, расход воды должен определяться до и после её дегазации, а температура непосредственно на устье.

Специальные работы по изучению соотношения устьевого и пластового давления были проведены авторами в 2016-2017 г.г. на Боржомском месторождении углекислых минеральных вод в процессе проведения мониторинга при опытно-промышленной эксплуатации для целей переоценки его запасов в связи с расширением объемов



водопотребления. Гидрогеологические условия Боржомского месторождения многократно описаны в многочисленных монографиях и статьях [1, 3].

Основные скважины, на которых устанавливалась измерительная аппаратура, установлены в своде Боржомской антиклинали, где в естественных условиях зафиксированы источники, выводящие Боржомы, и восходящая разгрузка в русле р. Куры, описанные А.М. Овчинниковым в 1927 г. [3]. Особенностью пробуренных еще в 30-х годах XX века скважин были большие избыточные первоначальные напоры воды с высоким газовым фактором и расходом, которые быстро падали. Постепенно напор снижался, на части скважин режим свободного самоизлива сменялся режимом газлифта, на других давление и газовый фактор падали до такого уровня, что газлифт прекращался. Кроме того, на многих скважинах наблюдался пульсирующий режим самоизлива, сопровождающийся синхронными колебаниями избыточного давления.

Изучением причин и динамики этих явлений в послевоенные годы XX века занимался научно-исследовательский институт курортологии Грузии. В 1948 г. А.М. Мелива провел ряд экспериментов на скв. №№ 37 и 41, также расположенных в своде Боржомской антиклинали [2]. При изучении процессов пульсации было установлено, что при изменении расхода и уровня излива, снижается уровень в опущенной в скважину пьезометрической трубке вплоть до снижения ниже устья скважины, хотя самоизлив при этом продолжается в режиме газлифта. При спуске пьезометрической трубки уровень понижается до определенной глубины, после чего снижение прекращается. Эта глубина соответствовала глубине разделения фаз и начала газовыделения.

В скв. № 41 выделение газа прекратилось при глубине 39 м. Максимальное снижение уровня в пьезометрической трубке составило 6.2 м ниже уровня излива. В скв. № 37 максимальное падение уровня составило 1.2 м при спуске трубки на глубину 20 м. Разница в глубине разделения фаз связана с различными избыточным давлением, температурой и содержанием растворенного газа.

Контрольные расчеты, сделанные А.М. Мелива по приведенной выше формуле Дальтона дали близкие результаты. В скв. № 37 содержание растворенного газа 1.4 г/л, спонтанного 2.2 г/л, всего 3.6 г/л, температура 19.5<sup>0</sup>С,  $\lambda = 1.712$ . Расчетное давление 2.1 атм. или 21 м. В скв. № 41 – растворенной углекислоты около 1 г/л, спонтанного газа 3.0 г/л. Температура воды 32<sup>0</sup>С,  $\lambda = 1.112$ . Расчетное давление 3.6 атм. или 36 м. Таким образом, в результате проведенных экспериментов были установлены различия между устьевым и пластовым давлением и приближённая глубина разделения фаз.

В начале 2016 года на Боржомском месторождении была пробурена самоизливающая скважина № 131. Для изучения причин и условий расхождения устьевых и пластовых уровней в скважину помимо устьевого манометра, был установлен глубинный датчик измерения давления. В последующем глубинным датчиком была оборудована и самоизливающая скважина № 59. Глубинные измерители были установлены на глубине 105-107 м, заведомо ниже отметки начала дегазации, установленной по данным резистивиметрии с глубины 40 м (рис. 1). Эти датчики фиксировали истинное пластовое давление. На скважинах установлены также газовые счетчики и расходомеры, фиксирующие расход воды и газа. Также на скв. № 59 датчиком фиксировалась температура на устье, равная 35<sup>0</sup>С, на скв. № 131 датчик температуры в газоотделителе регистрировал 36<sup>0</sup>С. По данным систематических лабораторных исследований определялось содержание растворенной углекислоты в воде.

Анализ режимных данных по скв. № 131 показал (рис. 2), что в начальный период времени с июля по август 2016 года, показания устьевого и глубинного датчиков близки по своим значениям и соответствуют абсолютной отметке уровня 804 м (превышение уровня над точкой замера 9 м). В конце августа 2016 г. скважина была введена в эксплуатацию на 8 месяцев с дебитом 100 м<sup>3</sup>/сут. Расхождение устьевого и глубинного



датчиков начало фиксироваться в ноябре 2016 г., когда напор уровня над точкой замера составил 7.5 м (а.о. 802.5 м).

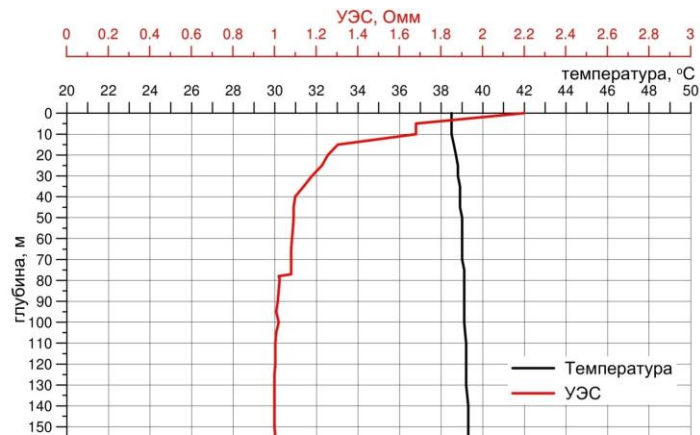


Рис. 1. Результаты термометрии и резистивиметрии по скважине № 59

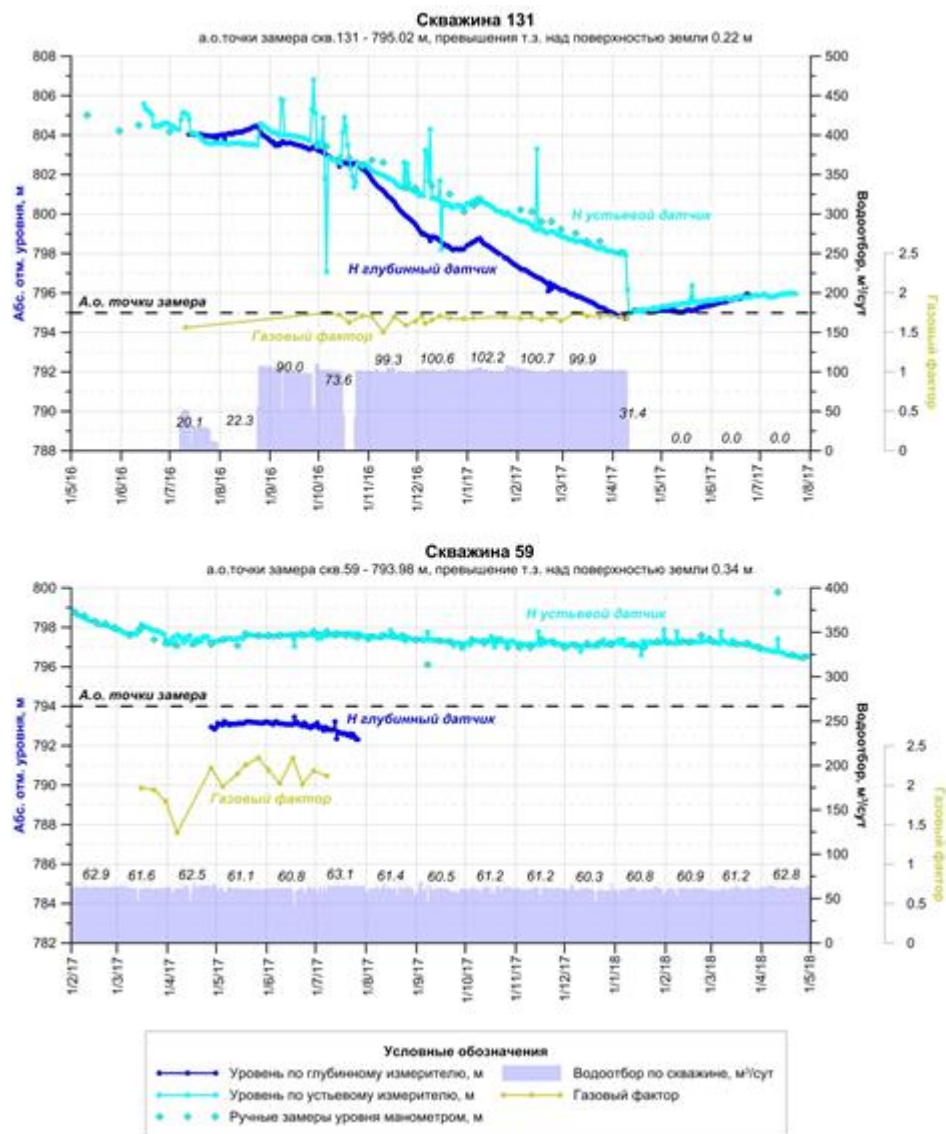


Рис. 2. Сопоставление уровней по глубинным и устьевым датчикам по скважинам №№ 131 и 59



К концу эксплуатации (апрель 2017 г.) снижение уровня по устьевому датчику составило 6 м (а.о. уровня 798 м), по глубинному датчику - 9.1 м (а.о. уровня 794.9 м). Таким образом, уровень по показаниям устьевого датчика превышал точку замера на 3 м, а по показаниям глубинного датчика был ниже точки замера на 0.1 м, что практически соответствовало поверхности земли. После выключения скважины, уровень, фиксируемый устьевым измерителем, мгновенно установился на той же отметке 794.9 м, что и глубинный измеритель. Дальнейшая эксплуатация с марта 2018 года осуществлялась насосным оборудованием с дебитом 30-60 м<sup>3</sup>/сут. Уровень установился ниже поверхности земли на а.о. 795-792 м. Таким образом, выделения газа во время работы скв. № 131 оказывали влияние на данные получаемые устьевым измерителем. Истинное значение уровня по самоизливающимся скважинам можно получить только по датчикам установленным ниже глубины, на которой начинается дегазация. Данные по положению динамического уровня, полученные устьевым измерителем, требуют ввод соответствующей поправки.

Этот вывод был подтверждён при оборудовании скважины 59 в мае 2017 г. глубинным датчиком. В результате наблюдений в течение трёх месяцев было установлено, что при эксплуатации скважины с дебитом 60 м<sup>3</sup>/сут, устьевой датчик фиксировал уровень выше точки замера на 3.5 м (а.о. уровня 797.5 м), а глубинный измеритель - уровень ниже точки замера на 0.7 м (а.о. 793.3 м). Таким образом, разница показаний датчиков составляет 4.2 м. Скважина работала в режиме газлифта и далее была переведена на насосный режим эксплуатации.

В соответствии с законом Дальтона для скважин № 131 и 59 были сделаны расчёты глубины зоны разделения фаз. В скв. № 131 содержание растворенного газа 0.4 г/л, спонтанного 3.1 г/л, всего 3.5 г/л, температура 39<sup>0</sup>С,  $\lambda = 1.082$ . Расчетное давление 3.2 атм. или 32 м. В скв. № 59 – растворенной углекислоты около 0.22 г/л, спонтанного газа 3.53 г/л, всего 3.75 г/л. Температура воды 39<sup>0</sup>С,  $\lambda = 1.082$ . Расчетное давление 3.5 атм. или 35 м.

Таким образом, глубины зоны разделения фаз, рассчитанные в соответствии с законом Дальтона по скважинам № 59 и 131, составили соответственно 32 и 35 м. Полученные величины близки по своему значению к отметке начала дегазации по данным резистивиметрии, равной 40 м.

### **Выводы**

1. При организации мониторинга на самоизливающих скважинах углекислых минеральных вод необходимо помимо измерений расходов воды и спонтанного газа, температуры, минерализации и содержания растворенной углекислоты, фиксировать устьевое и пластовое давление. Глубина зоны разделения фаз может приближенно быть рассчитана по формуле Дальтона, а также установлена экспериментально по данным резистивиметрии и при спуске измерительных устройств, когда уровень в пьезометрической трубке перестанет снижаться или когда увеличение давления, фиксируемого датчиком будет соответствовать только увеличению глубины погружения.

2. Для гидродинамического анализа следует устанавливать датчики пластового давления или пьезометрические трубки ниже зоны разделения фаз. Устьевые и пластовые давления могут существенно различаться и меняться в зависимости от расхода и температуры воды.

3. При измерениях устьевого и пластового давления могут рассматриваться следующие ситуации: 1) давление одинаковое – устьевое давление выше давления разделения фаз при фиксируемой температуре и суммарном содержании спонтанной и растворенной углекислоты; 2) давления начинают расходиться, но давление фиксируемое глубинным датчиком остается выше уровня самоизлива; 3) давления расходятся и показания глубинного датчика ниже уровня самоизлива – режим газлифта; 4) устьевое





давление падает ниже уровня излива – газлифт невозможен, требуется переход на эксплуатацию насосом. Все эти позиции фиксировались при ведении мониторинга на скв. № 131.

### **Литература**

1. Вартамян Г.С., Плотникова Р.И., Харатишвили Л.А., Чхаидзе Д.В. Гидрогеологическая модель Боржомского месторождения минеральной воды // Советская геология. 1985. №3. С. 105-113.
2. Мелива А.М. Пульсационные явления Боржомских минеральных источников. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, 1951. С. 92-114.
3. Чихелидзе С.С. Природные ресурсы Грузинской ССР. Минеральные воды, М.: Академии наук СССР, 1962, том 3, 438 с.



## МЕТОДЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ

Суслин И.Р. (МГРИ, [suslin.ilya.97@list.ru](mailto:suslin.ilya.97@list.ru))

### Аннотация

статье приведен обзор основных методов и технических приемов по стабилизации оползней с учетом не только Российского, но и мирового опыта (Япония и Китай). В качестве примера выбраны наиболее сложные случаи устойчивости склонов, на которых выполнены работы по стабилизации. Также дана оценка эффективности применяемых методов.

### Ключевые слова

*Оползневой процесс, методы стабилизации, Такисака, Ушань, Бейчуан.*

### *История оползневедения*

Впервые с инженерно-геологической точкой зрения вопросы о стабилизации оползневых тел в России рассматриваются в трудах Саваренского Ф.П., Попова И.В. и Приклонского В.А. В дальнейшем методика стабилизации оползневых тел была представлена в двухтомнике Оползни и сели под редакцией Емельяновой. Большой вклад в изучение оползневых процессов: Шеко А.И., Кюнтцель В.В., Соколов Л.В.

### *Основные методы стабилизации*

В настоящее время на территории РФ действует СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов».

Согласно СП, для стабилизации оползневых тел используются следующие методы:

*Габрионы* - это конструкции из сетки с шестиугольными ячейками, которые применяются в различных подпорных сооружениях для фиксации грунтов: укрепления откосов автомобильных и железных дорог, берегоукрепления.

*Подпорная стенка* — сооружение, удерживающее грунт откоса насыпей и выемок от обрушения. Подпорные стенки изготавливаются из железобетона – материала, который по умолчанию считается высокопрочным и надежным. Однако в случае с противооползневыми конструкциями эти качества вызывают сомнения. Для того, чтобы подпорная стенка из железобетона успешно справлялась со своими задачами, необходимы дополнительные усилия, а значит, и затраты.

*Анкерная технология* заключается в укреплении оползневых склонов с помощью анкеров, по сути, тоже является комбинированным методом. Анкеры точно распределяются по участку, но этого может оказаться недостаточно для создания надежной защиты от оползня. Поэтому они используются в комплексе с полимерными 2. металлическими сетками, бетонными или стальными балками, бетонным полотном. Такая синергия позволяет одновременно достичь двух целей: армировать грунтовый массив, притянув армируемую структуру к склону, и тем самым повысить устойчивость грунтового массива.

*Бетонирование георешетки* это способ создания противооползневой защиты тоже можно отнести к комбинированным, так как для ячеистого бетонирования используется полимерная георешетка. Она укладывается на оползневый склон и закрепляется на нем забивными анкерами. После этого ячейки георешетки заполняются бетонным раствором. Получается относительно прочная (прочность обусловлена надежностью анкерного крепежа) и в то же время гибкая конструкция.

*Бетонное полотно* - комбинированный способ противооползневой защиты, новый для российских компаний. За рубежом он известен уже на протяжении 10 лет, и достаточно широко применяется. Отрезки бетонного полотна Concrete Canvas размещаются на склоне, к которому они могут крепиться различными способами, в том



числе и анкерами. Между собой отрезки соединяются винтами. После этого они смачиваются водой и уже спустя сутки превращаются в прочное бетонное покрытие. Дополнительную прочность ему придают текстильные волокна, которые армируют слой бетона.

### **Примеры**

Одним из ярких примеров стабилизации склона может служить работа японских инженер-геологов на примере оползневого тела Такисака в Японии. Данный объект расположен в западной части Фукусимы. Длина с севера на юг составляет 1 км, а ширина с востока на запад составляет 1,3 км. Площадь оползня составляет 150 га, максимальная мощность смещающихся скальных грунтов составляет 140 м, а объём составляет 48 млн. м<sup>3</sup>. Такисака является самым крупным и активным оползнем в Северо-Восточной Японии. Первые работы по стабилизации начаты в 1954 году, и они заключались в создание дренажной системы: поверхностного дренажа и подземного. Работы продолжались до 1983 года. С 1994 по 2008 год японские специалисты начинают усовершенствовать дренажную систему и создают дополнительные дренажные системы и дренажные тоннели под оползневыми блоками. По настоящее время оползневое тело находится в стабилизированном состоянии.



**Рисунок 1.** Подземная дренажная система в теле оползневого тела Такисака.

*Фотографию предоставил Стром А.Л.*

Примером же стабилизации оползневых тел может служить инженерная защита в городе Ушань на водохранилище ГЭС «Три ущелья». Город Ушань находится в сложных инженерно-геологических условиях, а территории которого развит оползневой процесс. Для предотвращения оползневых процессов китайскими специалистами была создана мощная инженерная защита в виде:

1. Подпорных стенок;
2. Бетонирования склонов;
3. Бетонированных георешеток.



**Рисунок 2.** Инженерная защита от оползневых процессов в г. Ушань.

*Фотографию предоставил Стром А.Л.*



В свою очередь методы, примененные в Бейчуан, а так же отказ от создания серьезных противооползневых сооружений привел к трагедии в результате которой на новый и старый город сошли два оползневых тела из-за Венчуанского землетрясения, которые снесли школу и жилой район.



*Рисунок 3. Трагедия в г. Бейчуане.  
Фотографию предоставил Стром А.Л.*

### **Заключение**

Существующие методы стабилизации оползневых тел, представленные в данной статье (с учетом всех факторов влияющих на сход оползней), направлены на увеличение устойчивости склона. Управляющие решения, принятые для стабилизации склонов в Японии и Китае показали свою эффективность. Технический результат при выборе определенных методов состоял в обеспечении снижения трудозатрат и материалоемкости при возведении противооползневых сооружений и повышении устойчивости оползневых массивов большой протяженности.

Таким образом, при выборе методов стабилизации оползневых склонов, необходимо: учитывать все факторы активизации оползневых процессов, а также конструктивные особенности противооползневых сооружений должны учитывать динамику развития оползневых процессов. Создание противооползневых сооружений, должно базироваться на детальном инженерно-геологическом изыскании с целью выявления предварительных плоскостей скольжения разработки модели объекта, что позволит обеспечить устойчивость склона.

### **Литература**

1. Саваренский Ф.П. Инженерная Геология//2-е изд. –М.Л. ГОНТИ, 1939 год. 488 с.
2. Инженерная геология. 2-е изд., перераб и доп.// — М., Изд-во МГУ, 1957, — 510 с.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОКРИОЛОГИИ.

*Щербакова А.А. (МГРИ, anutkusik@yandex.ru)*

### Аннотация

Век цифровых технологий поглотил ручную обработку информации. Черчение теперь используется для исправления неточностей напечатанных картографических произведений, а не для их составления. Весь мир пользуется географическими информационными системами для работы с анализом данных и созданием карт разных тематик. Геокриология является одной из таких отраслей исследования. В этой работе приводится анализ использования ГИС в геокриологии, описываются способы составления таких карт на сегодняшний день.

**Ключевые слова:** ГИС, геокриология, геокриологические карты, пространственные данные.

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) — система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. Данные о пространственном положении и связанные с ними табличные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем, либо приобретаться у поставщиков на коммерческой или другой основе. В процессе управления пространственными данными ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а также может использовать системой управления базы данных (СУБД), применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных. В данном докладе я буду рассматривать использование геологических данных.

Компания Esri CIS является официальным дистрибьютором в России и странах СНГ международной компании Esri – основоположника и мирового лидера рынка геоинформационных систем. Отечественного аналога этой ГИС автором этой работы не найдено. Однако американским геологом Гари Шерманом (Gary Sherman) в феврале 2002 года был создан Quantum GIS, который на сегодняшний день поддерживается международным сообществом разработчиков и пользователей и имеет свои преимущества в работе с пространственными данными.

Как изучаются ледники в России? Одной из самых специфических особенностей гор является наличие подвижных многолетнемерзлотных льдинистых толщ различного рода. Из них одна часть представлена линейными формами, другая – площадными образованиями. К первой группе относятся каменные и земляные глетчеры, ко второй – криогенные мобильные и стабильные толщи и покровы различных конфигураций и генезиса. [1] На равнинах территория характеризуется наличием в основном сплошной мерзлоты и реже прерывистой и островной. В последнее время значительно расширились представления о каменных глетчерах за счёт использование космических снимков Google Earth [2]

Так как ледниковые отложения являются особенностью четвертичной стратиграфии, их рассматривают как четвертичные отложения. Среди региональных подразделений основной единицей, отвечающей ступени, является климатолит





(климатостратиграфический горизонт) - совокупность горных пород, сформировавшихся во время одного климатического полуризма интенсивного похолодания или потепления, проявленного в региональном масштабе. В ледниковой области это отложения, соответствующие либо отдельным оледенениям, имеющим широкое общерегиональное распространение, либо межледниковьям, для которых отчётливо выявляются климатический оптимум и завершённый цикл изменения состава растительности во времени. [3]

Картографирование криолитозоны отличается тем, что важно учитывать температуру мёрзлых пород и ландшафт. Криогенные процессы показываются способом ареалов.

Геокриологические карты всегда являются комплексными. Так «Геокриологическая карта СССР масштаба 1: 2 500 000» дополнена четырьмя картами в масштабе 1:25 000 000, на которых в обобщённом виде отражены характеристики и условия, разъясняющие содержание основной карты. Такими картами являются следующие: Карта районирования территории СССР по современным условиям существования мёрзлых и талых пород, Карта мощности криолитозоны, Карта районирования территории по криогенному возрасту пород и типу криогенеза и Карта гидрогеокриологического районирования территории. [4] С 2010 идёт работа над созданием электронной геокриологической карты России и сопредельных государств масштаба 1:2 500 000.

Методика составления карт геокриологического районирования основана на выделении и картографировании типов мёрзлых толщ в пределах различного типа неотектонических морфо- структур. Картируемыми геолого-структурными элементами являются отражённые в рельефе, либо снятые с геолого-структурных карт разнопорядковые геологические структуры и зоны разломов фундамента и платформенного чехла. Показ этих компонентов на картах геокриологического районирования позволяют прогнозировать районы возможного распространения мощных залежеобразующих подземных льдов (на севере криолитозоны) или участков существования таликовых и внутримёрзлотных подземных вод в её центральных районах. [5]

Карты оценочного инженерно-геологического (в том числе инженерно-геокриологического) районирования составляются в результате выявления в пространстве территориальных элементов, обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками, и отграничения их от территорий, этими признаками необладающих. На таких картах выделяются таксономические единицы, в пределах каждой из которых инженерно-геологическая обстановка в целом однородна. [8]

Основой для карт геокриологического районирования служат ландшафтно-индикационные карты того же масштаба, составленные в результате сплошного дешифрирования космических, аэрофото- и топографических материалов разного масштаба, на которых выделение элементов типологического районирования производится в соответствии с конкретным масштабом карты. [6] Однако, у использование ландшафтной индикации имеет масштабные ограничения. Чем мельче масштаб исследований, изысканий и оценок, тем более ограничено применение метода ландшафтной индикации. [7]



Карты геокриологических опасностей для транспортной сети Сибири и Дальнего Востока показывают дифференциацию по проявлению тех или иных опасных криогенных процессов. Заметно отличаются по геокриологическим опасностям регионы с преимущественно равнинным или гористым рельефом, например, в последних относительно слабо развиты процессы термокарста и термоэрозии. В отдельных регионах наблюдается повышенная «концентрация» геокриологических опасностей, где активны «холодные», «теплые» и «склоновые» процессы. [9]

Цифровые карты в геокриологии показывают современные изменения в криосфере. Картографическая модель для любой точки территории с заданной точностью и надежностью должна давать информацию о фоновых текущих природных и техногенных условиях, а также быть основой для прогноза изменений криолитозоны. Режимные наблюдения обеспечивают итерационную корректировку карт-моделей криолитозоны. Можно анализировать показатели криолитозоны: по пространственному охвату мощности и льдинности ММП, по условиям хозяйствования, проводить геокриологический мониторинг и прогноз развития криолитозоны при потеплении климата. [10]

### Литература

1. Журнал «Геориск», том XII, № 1/2018 // Земляные глетчеры и криогенные покровы в высоких горах Азии С 34-42
2. <https://www.google.com/earth>
3. Геологическое картирование Н.И. Пруцкий, Г.С. Январев, С 124
4. Пояснительная записка к Геокриологической карте СССР масштаба 1: 2 500 000
5. Крицук Н.Л. Подземные льды западной Сибири. М.: Научный мир, 2010, 353 с
6. Инженерно-геокриологическое районирование трассы газопровода Бовоненково-Ухта на территории полуострова Ямал, Крюков А.В., Грива Г.И., Брушков А.В.
7. Н.В.Тумель, Н.А.Королева Геоинформационный анализ мерзлотно-ландшафтных взаимосвязей в криолитозоне России
8. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. Инженерно-геологические карты. М.: КДУ, 2008. 384 с.
9. Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», г. Москва, 26 –29 ноября 2019 г. // оценка воздействия геокриологических процессов на транспортную сеть дальнего востока, Гребенец В.И., Сократов С.А., Толманов В.А., Турчанинова А.С., Шныпарков А.Л., с 253-258
10. Холод'ок! № 1 (16) 2018 // Цифровые карты криолитозоны и оценка современных изменений в криосфере, Дроздов Д.С., Малкова Г.В., Романовский В.Е., Васильев А.А., Брушков А.В., Лейбман М.О., Садуртдинов М.Р., Пендин В.В., Горобцов Д.Н., Устинова Е.В., Коростелев Ю.В., Стрелецкий Д.А., Слагода Е.А., Скворцов А.Г., Гравис А.Г., Бердников Н.М., Орехов П.Т., Лаухин С.А., Царев А.М., Пономарева О.Е., Фалалаева А.А., Железняк М.Н.



## ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ИНТЕРЕСА У ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕМОСТРАЦИОННЫХ СТЕНДОВ

*Щербакова А.А. (МГРИ, anutkusik@yandex.ru),  
Белов К.В. (МГРИ, kostik-belowne@rambler.ru),  
Черепанский М.М. (МГРИ, vodamch@mail.ru),  
Лисенков А.Б. (МГРИ, lisenkov.rsgpu@mail.ru).*

### Аннотация

В настоящее время среди контингента обучающихся наблюдается, с одной стороны, тенденция падения уровня технической грамотности (математика, физика, химия и другие дисциплины и разделы), с другой стороны, уменьшение интереса к будущей профессии. Причины этих явлений различны, однако среди них можно выделить: низкий уровень школьной подготовки, неосознанный выбор профессии (в том числе и выбор профессии родителями, а не самим абитуриентом, а ныне уже студентом), однотипные и теоретизированные лекции и практические занятия. В данной работе рассматривается возможное решение затруднения, связанного с повышением уровня знаний и интереса к выбранной специальности, путем привлечения наиболее инициативных и желающих учиться студентов к практической деятельности при подготовке к практическим занятиям по специальным дисциплинам. Уже используемое оборудование, созданное руками или с участием студентов, позволяет проводить количественные и качественные оценки процесса или явления.

### Ключевые слова

Подземные воды, процесс фильтрации, физическая модель, напор, грунтовые и напорные воды, уровень грунтовых вод.

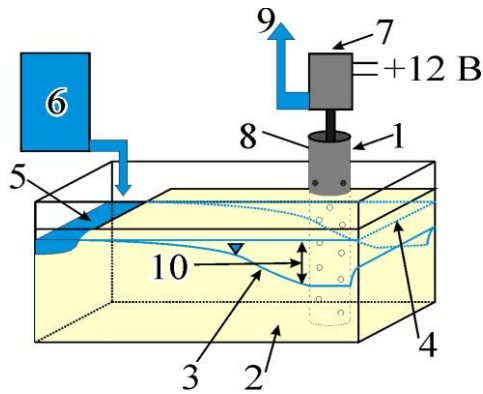
На кафедре гидрогеологии имени В.М. Швеца, в частности по дисциплине «Основы гидравлики», организована работа со студентами, заключающаяся в том, что под руководством педагогов изготавливаются различные стенды и макеты наглядно демонстрирующие физическую суть процессов и явлений, излагающихся на лекциях. К настоящему времени на практических занятиях используются несколько стендов, созданных руками или с участием студентов. Они позволяют оценивать различные качественные и количественные характеристики. К ним относятся:

Рассмотрим возможности каждого устройства и задачи, решаемые на них.

*1. Стенд, моделирующий плановую и профильную фильтрацию потока безнапорных вод.*

Макет представляет собой физическую модель безнапорного водоносного горизонта (Рисунок 1). Коллектором подземных вод в модели является крупнозернистый песок, помещённый в прозрачную прямоугольную ёмкость. С одного края ёмкости выкапывается углубление до появления свободной воды на её дне, иллюстрирующая наличие берега озера или реки (строительного котлована). На некотором удалении от уреза воды (до 20 см) монтируется модель скважины с поверхностным насосом.

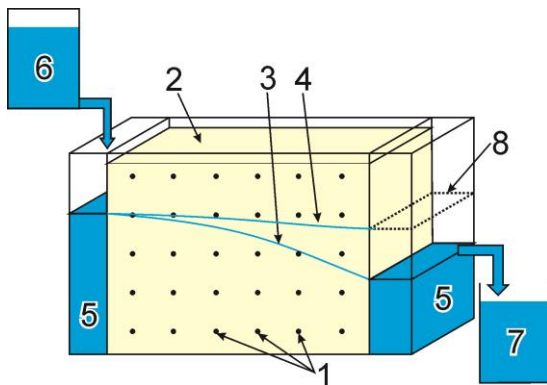
Модель скважины представляет собой отрезок пластиковой трубы длиной 15-20 см и диаметром 3-4 см, с наружи покрытой синтетической тканью для предотвращения попадания частиц песка в модель скважины. Для водоотбора используется электрический автомобильный насос (питание +12В), имеющий возможность менять производительность. На физической модели возможно наглядно демонстрировать следующие основные понятия: безнапорный водоносный горизонт и его мощность, мощность зоны аэрации, зону капиллярной каймы, свободную урвенную поверхность, глубину до уровня ПВ, водоотбор, работу одиночной водозаборной скважины, понижение уровня подземных вод, связанное с работой скважины, загрязнение подземных вод (, например, раствором красителя) [2, 3, 4, 6].



**Рисунок 1.** Стенд, моделирующий плановую и профильную фильтрацию потока безнапорных вод: 1 – модель скважины; 2 – засыпка из песка; 3 – динамический уровень воды в модели; 4 – статический уровень воды в модели; 5 – урез воды; 6 – бачок для обеспечения постоянства уровня на левой границе; 7 – насос; 8 – перфорация; 9 – откачка воды из модели.

*2. Стенд, моделирующий профильную фильтрацию в потоке безнапорных вод (фильтрационный лоток).*

Фильтрационный лоток (ФЛ) впервые сконструирован Ф. Форхгеймером в 1898 г. [2]. Авторами настоящей работы создана аналогичная конструкция (Рисунок 2). Лоток имеет три отсека, разделённых мелкоячеистой металлической сеткой. Два крайних отсека служат для задания граничных условий. В центральный отсек (длиной 1 м) засыпан песок. Постоянство уровней в крайних отсеках поддерживается с помощью сосуда Виноградова и с помощью сливной трубки. В передней стенке лотка установлены пьезометры. Уровни воды в крайних отсеках поддерживаются постоянными.



**Рисунок 2** - Стенд, моделирующий профильную фильтрацию в потоке безнапорных вод (фильтрационный лоток): стенда 1 – места установки фильтров пьезометров; 2 – засыпка из песка; 3 – уровень воды в засыпке до подпора; 4 – уровень воды в засыпке после подпора; 5 – отсеки для задания граничных условий; 6 – бачок для обеспечения постоянства уровня на левой границе; 7 – слив воды для обеспечения постоянства уровня на правой границе; 8 – уровень воды на правой границе при подпоре.

На модели демонстрируются такие понятия как напор, скорость движения ПВ, качественно объясняется понятие уровневпроводность [3, 4, 5, 6]. Также на фильтрационном лотке демонстрируется классическая задача о нахождении мощности водоносного горизонта, между двумя известными уровнями, заданными на границах по уравнению Дюпюи [2]. Стенд позволяет визуализировать важные для последующих дисциплин факты: сгущение линий равных напоров по пути потока ПВ, характерную параболическую форму свободной уровенной поверхности (без инфильтрационного питания), независимость формы уровенной поверхности от фильтрационных параметров грунта.

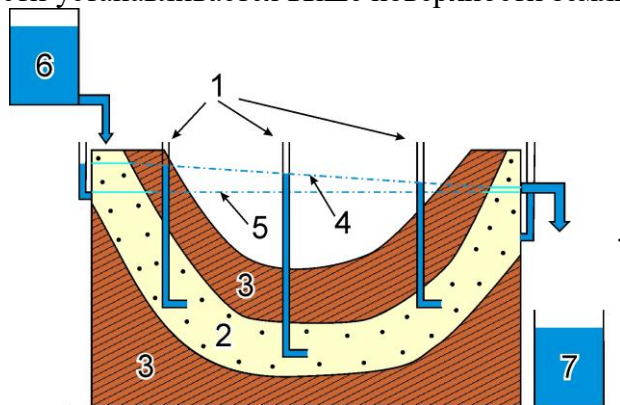
*3. Стенд, моделирующий профильную фильтрацию в потоке напорных вод.*

Стенд представляет собой прямоугольную ёмкость из плексигласа, размерами 40x30x8 см. Схема стенда приведена на рисунке 3. На дно стенда в виде синклинали уложен слой суглинка, моделирующего нижний водоупор. Сверху него уложен слой среднезернистого песка, мощностью около 5-7 см. В кровле песка находится слой суглинка, который является в модели верхним водоупором. Места выхода песка на дневную поверхность сделаны с небольшим перепадом (3-5 см). На модели установлены





5 пьезометров для контроля за положением уровней ПВ и один слив, позволяющий моделировать область разгрузки напорных вод. Для начала опыта на одну из границ подают воду из установленной сверху делительной воронки и наблюдают как меняются показания уровней по пьезометрам. В центральной части модели форма засыпки подобрана таким образом, что в ходе работы пьезометрический уровень в центральной части устанавливается выше поверхности земли на 2-3 см.

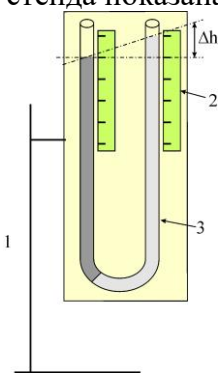


**Рисунок 3** - Стенд, моделирующий профильную фильтрацию в потоке напорных вод: 1 – пьезометры; 2 – модель водоносного горизонта; 3 – модель водоупорного горизонта; 4 – положение пьезометрического уровня при процессе фильтрации; 5 – положение пьезометрического уровня при отсутствии процесса фильтрации; 6 - бак для обеспечения постоянства уровня на левой границе; 7 – слив воды из модели.

При установлении стационарного режима фильтрации формируется пьезометрическая поверхность, которая фиксируется также по показаниям пьезометров [3, 4, 6]. Уменьшая или увеличивая расход воды из дренажной трубки возможно демонстрировать уменьшение или рост пьезометрических напоров.

4. Стенд, демонстрирующий необходимость учёта влияния плотности воды при фильтрационных расчётах.

Оценка влияния плотности воды на процесс фильтрации – достаточно сложная математическая задача, решение которой производится методами численного компьютерного моделирования. Напротив, физическая модель процесса достаточно проста. Стенд представляет собой две вертикально установленные стеклянные трубки, диаметром около 5 мм, нижние концы которых соединены силиконовым шлангом. Схема стенда показана на рисунке 4.



**Рисунок 4** - Стенд, демонстрирующий необходимость учёта влияния плотности воды при фильтрационных расчётах: 1 – штатив для крепления стенда; 2 – линейки для замера разности уровней; 3 – стеклянные трубки (в разных коленах налиты жидкости с различной плотностью).

В каждое колено наливается одинаковое по объёму, но различной плотности количество жидкости. Задача сводится к расчёту (аналитическому нахождению) перепада уровней в коленах этой трубки, а затем к опытному нахождению этой величины. Меняя концентрации раствора, возможно изменять и перепад уровней. Для наглядности в испытуемый раствор добавляют краситель. В практической гидрогеологии указал на влияние плотности жидкости на процесс фильтрации Силин-Бекчурин А.И. [1]. В его трудах содержатся задачи о нахождении направления потока подземных вод в случае, если минерализация последних достигает высоких значений. Не учёт плотности при расчётах приводит к качественно неправильному результату.





### **Выводы**

1. Простота конструкции и наглядность установок помогают студентам осознать сложные понятия, которые трудно понимаются в ходе теоретической подготовки, увеличивается интерес к профессии и к занятиям.

2. При самостоятельном изготовлении конструкций и аппаратов для проведения практических занятий повышается уровень технической грамотности студентов, повышается успеваемость, возникает естественный интерес к изучению дисциплин.

3. Повышается оснащённость кафедры различными макетами, стендами. С течением времени сложность и перечень решаемых задач возрастают. На некоторых из стендов становится возможным не только демонстрировать качественную сторону процесса, но и количественно оценивать его параметры.

4. По окончании учебного заведения выпускники, принимавшие участие или самостоятельно изготавливавшие различное оборудование и демонстрационные стенды имеют больше конкурентных преимуществ на рынке труда.

### **Литература**

1. Силин-Бекчурин А.И. Динамика подземных вод. МГУ, Москва, 1958.
2. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод. Второе переработанное и дополненное издание. – М.: Государственное издательство геологической литературы комитета по делам геологии при СНК СССР, 1943.
3. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Альянс, 2012.
4. Климентов П.П. Общая гидрогеология. Москва, Высшая школа, 1980.
5. Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. – М.: Высшая школа, 1985.
6. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. – М.: Изд-во Московского университета, 2007.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

*Бабенко А.В. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, byvait@yandex.ru),*

*Шубина Д.Д. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, ddshubina@gmail.com),*

*Фоменко И.К. (РГГРУ им. С.Орджоникидзе, Ifolga@gmail.com)*

### Аннотация

Статья посвящена оценке устойчивости склонов методами предельного равновесия и конечных элементов при трехмерной постановке задачи. В качестве объекта исследований был выбран участок Сахалинской железной дороги на перегоне ст. Пугачёво - ст. Макаров, подверженный опасности активизации оползневых процессов. Полученные результаты хорошо коррелируются с состоянием, в котором находится склон, однако при сопоставлении трехмерных расчетов методами предельных равновесий и конечных элементов наблюдается неопределенность, связанная с конфигурацией оползневого тела в плане.

**Ключевые слова:** устойчивость склона, методы предельного равновесия, метод конечных элементов, 3D моделирование.

В настоящее время существует достаточно много методов расчета устойчивости склонов. При оценке устойчивости неоднородных склонов в настоящее время используют класс методов предельного равновесия и метод конечных элементов.

Методы предельного равновесия можно разделить на 3 основные группы: метод Моргенштерна-Прайса, удовлетворяющий общему равновесию моментов и горизонтальных сил; упрощенный метод Бишопа, удовлетворяющий общему равновесию моментов; простой метод Янб'у, удовлетворяющий общему равновесию горизонтальных сил.

Метод конечных элементов также является одним из основных численных методов и рекомендован к применению в актуализированных редакциях нормативных документов.

Схематизация при 2D моделировании предполагает сильное упрощение реальных условий, в то время как моделирование устойчивости склонов в 3D варианте более правильно и перспективно.

Решение задач в трехмерной постановке учитывает форму поверхности скольжения и различного вида неоднородности, а также позволяет прогнозировать развитие оползневого процесса не только по глубине проникновения (в массиве), но и в плане.

В качестве примера выполненной оценки устойчивости склонов при помощи программы Slide<sup>3</sup> был выбран участок Сахалинской железной дороги на перегоне ст. Пугачёво - ст. Макаров, участок Арсентьевка – Ноглики (Рис. 1), подверженный опасности активизации оползневых процессов.



*Рис. 1. Местоположение участка исследований*

Данные для моделирования устойчивости склона были получены на основе результатов инженерных изысканий, выполненных для реконструкции моста на 221 км (ПК 8,82 м). Участок пути на подходах к мосту расположен у подошвы склона. Высота склона 25-30 м.

Из современных процессов, действующих на участке, наибольшую опасность представляют склоновые процессы, эрозионная деятельность временных и постоянных водотоков и сейсмическая активность. Склоновые деформации проявляются в виде осыпей и отдельных обрушений склонов (Рис. 2). Боковая эрозия в русле водотока значительно увеличивает степень пораженности и интенсивность оползневых процессов.

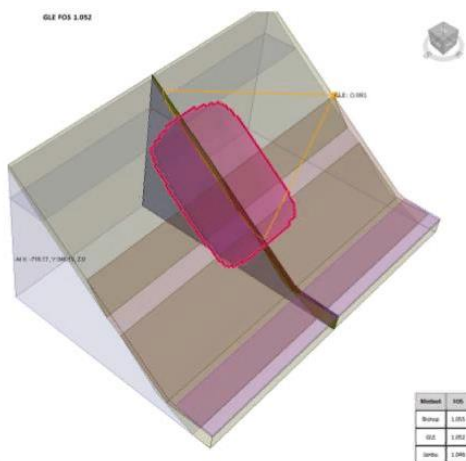


*Рис. 2. Общий вид склонов в районе моста (красным цветом показаны участки развития оползневых процессов)*

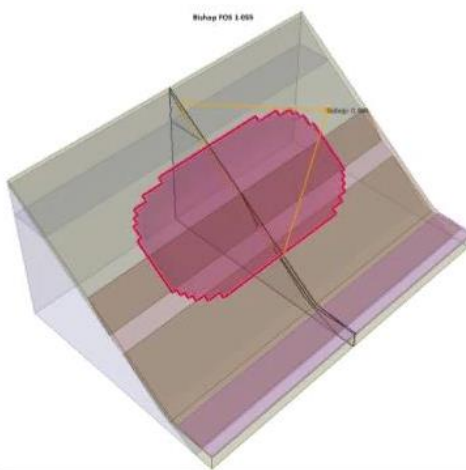
Для построения математической модели применяется обобщенная и специальная схематизация. Обобщенная схематизация – процесс упрощения реального природного объекта до концептуальной модели. Специальная схематизация – максимальное упрощение концептуальной модели при минимальной потере адекватности полученной схемы.

При схематизации был принят критерий прочности грунтов Кулона-Мора, который содержит три основных входных параметра: сила сцепления, угол внутреннего трения и плотность грунтов, полученные в ходе инженерно-геологических изысканий.

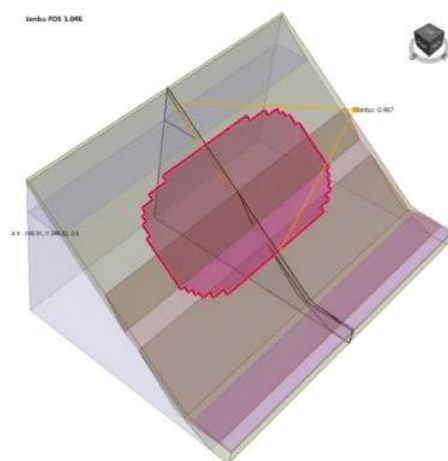
Результаты оценки общей устойчивости склона в естественных условиях, выявленных при инженерных изысканиях по методу Моргенштерна и Прайса, приведены на Рис. 3, по методу Бишопа на Рис. 4, по методу Янб'у – на Рис. 5.



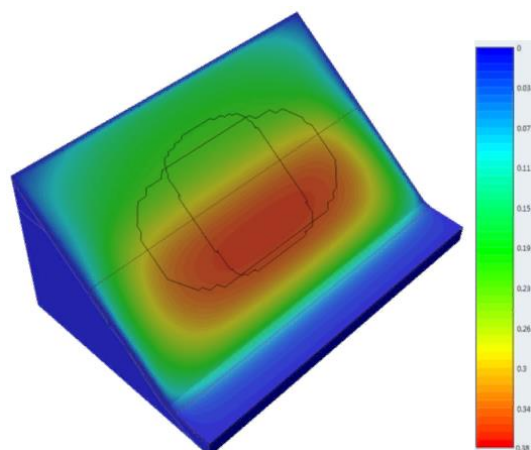
**Рис. 3.** Расчет устойчивости склона в естественных условиях методом Моргенштерна-Прайса ( $K_u$ - 1.05) в 3D-постановке (оранжевый контур – поверхность скольжения по результатам 2D расчета).



**Рис. 4.** Расчет устойчивости склона в естественных условиях методом Бишоп ( $K_u$ - 1.055) в 3D-постановке (оранжевый контур – поверхность скольжения по результатам 2D расчета).



**Рис. 5.** Расчет устойчивости склона в естественных условиях методом Янб'у ( $K_u$ -1.046) в 3D-постановке (оранжевый контур – поверхность скольжения по результатам 2D расчета).



**Рис. 6.** Расчет устойчивости склона в естественных условиях методом конечных элементов (Ку-1.07) в 3D-постановке (примечание: черной линией показаны контуры расчетного массива, полученные методами предельного равновесия).

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что склон в естественных условиях находится в состоянии предельного равновесия (Ку незначительно превышает 1,00). Факт нахождения моделируемого склона в предельном равновесии подтверждается его фактическим состоянием.

Наибольшая неопределенность связана с развитием оползневой процесса в плане. Расчетное оползневое тело, полученное методом Morgenштерна-Прайса вытянуто по падению склона, а методами Бишопа и Янбу – вытянуто по простиранию склона.

Методы предельного равновесия, используемые при трехмерном моделировании устойчивости склонов, как и двумерные, требуют дополнительных предположений для достижения более точного результата.

Сравнение конфигурации расчетного оползневой тела с фактическими, образовавшимися на склоне (см. Рис. 2) позволяет предположить, что наиболее корректный результат получен методом Morgenштерна-Прайса.

### Литература

1. Фоменко И.К. (2012). Общая классификационная схема методов расчета устойчивости склонов. Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012». Одесса: КУПРИЕНКО, 35(3), стр. 75-81.
2. Фоменко И.К. (2012). Современные тенденции в расчетах устойчивости склонов. Инженерная геология(6), 44-53.
3. Фоменко И.К., Зеркаль О.В. (2011). Преимущества методов оценки устойчивости склонов в трехмерной постановке. Геотехника(5), 38-41.
4. Сироткина О. Н., Фоменко И. К., Горобцов Д. Н. О классификации математических методов оценки локальной оползневой опасности // Сборник научных трудов по материалам II международной научной конференции "НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ". — Т. 2. — НИЦ Л-Журнал Екатеринбург, 2017. — С. 50–55. [ DOI ]





## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ФГБУ «РОСГЕОЛФОНД» НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ.

*Граневич А.С. (ФГБУ «Росгеолфонд» mazalkina@mail.ru),  
Ткачева Е.А. (ФГБУ «Росгеолфонд» etkacheva@rfgf.ru),  
Михайлова С.М. (ФГБУ «Росгеолфонд» svetlanammihaylova@rfgf.ru)*

### Ключевые слова

Геология, участок недр, Республика Крым, водоснабжение, открытые данные, ПИК, интерактивные карты

### Аннотация

На сегодняшний день степень доступности геологической информации изученности планеты такова, что без информации, собранной предшественниками, невозможно спланировать и провести эффективные ГРР. По оценкам Геологической службы штата Иллинойс (США), использование архивных данных позволяет снизить стоимость планируемых ГРР на 40 -70%. Таким образом, доступность архивных данных и фондовых материалов прямо влияют на инвестиционную привлекательность геологоразведочного бизнеса в стране.[1] В соответствии с действующим российским законодательством вся информация о недрах, полученная за государственный счет, является собственностью государства, а это (по оценкам специалистов) около 95% от общего ее числа. Но чтобы получить такую информацию потенциальному недропользователю придется выполнить существенный перечень условий приказов и постановлений СПР России, Правительства РФ и прочего. По данным независимой общественной организации в Канаде (Fraser institute) Россия по доступности и удобству работы с геологическими фондами занимает последнее место. И это реальная проблема, которая требует кардинальных перемен.

В рамках выполнения Государственного Задания с 2018 года сотрудники отдела изученности ФГБУ «Росгеолфонд» проводят комплексные работы по актуализации и верификации данных съемочных работ. Из полученного массива данных был сформирован ГИС-проект в среде программного комплекса ArcGis, который в значительной степени расширил возможности анализа материала, но не решил проблему доступности геологических данных. И тогда в рамках развития функциональных возможностей картограмма съемочных работ была перенесена на новую платформу интерактивных карт (ПИК) (рис.1) с возможностью быстрого перехода от изображенных контуров работ к геологическим отчетам, с возможностью совмещения требуемых слоев и максимальной фильтрации по заданным параметрам.

ПИК – это современная прикладная программная платформа интерактивных карт, созданная для обеспечения авторов и редакторов карт, а также разработчиков прикладных веб-приложений эффективной стандартизированной реализацией необходимой функциональности для работы с интерактивным картографическим представлением данных. В настоящее время использование ПИК позволяет эффективно решать необходимые задачи. Все то, на что раньше уходили недели и месяцы, а также внушительные суммы денег, теперь можно делать бесплатно и быстро. Помимо прочего, такие интерактивные карты содержат также открытые данные учетных карточек изученности крупномасштабных съемочных работ, которые как правило являются секретными, что наиболее востребовано у недропользователя.

Еще одним нововведением является Интерактивная Электронная карта недропользования РФ, ориентированная на максимально простое и быстрое получение краткой справочной



информации по ключевым информационным блокам, имеющим отношение к недропользованию в нашей стране. На данной карте доступны для скачивания аналитические справки (обзоры) по состоянию и использованию минерально-сырьевой базы каждого субъекта и федерального округа Российской Федерации.

Все карты, доступные с помощью ЭК недропользования России, подготовлены отраслевыми организациями в ведении и по заказу Роснедра. Это такие организации, как ФГБУ «ВСЕГЕИ», ФГБУ «Росгеолфонд», ФГБУ «ВНИИОкеангеология», и многие другие. Организации – составители указаны в описании каждой карты отдельно.

Рассмотрим возможности использования открытых данных ФГБУ «Росгеолфонд» на примере Республики Крым

Проблемы с водоснабжением Крыма и Севастополя начались четыре года назад, когда Украина в одностороннем порядке перекрыла воду из Херсонской области, которая поступала по Северо-Крымскому каналу - он закрывал около 90% потребности воссоединившегося с Россией полуострова в воде. В наиболее сложной ситуации оказались восточные регионы Крыма, где проживают около 400 тыс. человек.

На сегодняшний день съемочными работами различного масштаба покрыто 100% территории Республики Крым. На Сводной картограмме изученности (рис.2) территории (по состоянию на 07.11.2019) представлены съемочные работы. При этом, крупномасштабными съемками покрыто около 90% площади (рис.3). Выбрав необходимый участок работ, получаем ссылку на учетную карточку и основным данным из нее, таким как название отчета, его инвентарный номер (при наличии), год составления, авторы (рис.4).

Следующим этапом можно воспользоваться Картой распределенного фонда недр (рис.5), составленной ООО «Минерал-Инфо» на основе данных ФГИС АСЛН» ФГБУ «Росгеолфонд» по состоянию на 2019 г.

Таким образом, потенциальный недропользователь получает возможность самостоятельно осуществлять выборку данных в зависимости от потребностей, включая данные крупномасштабных съемок, что в значительной степени ускоряет процесс выбора перспективных участков и направления ГРР.

#### Выводы

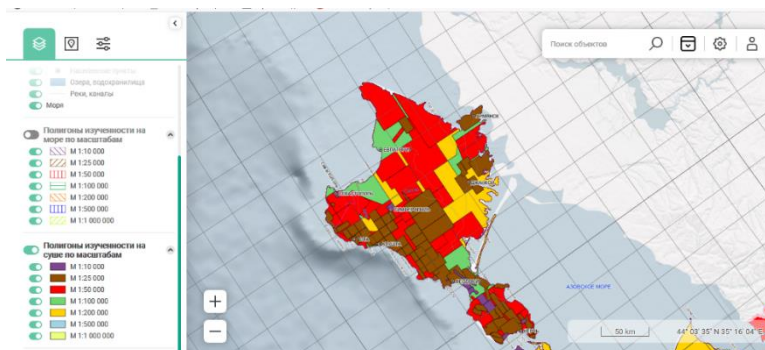
1. В результате ускоряется процесс предоставления информации для обоснования выбора дальнейшего направления, планирования и проведения гидрогеологических работ всех этапов и стадий
2. Каталоги имеющейся в фондах геологической информации о недрах стали доступны каждому в режиме онлайн;
3. Свободный доступ к каталогам фондовых материалов позволяет потенциальному недропользователю получить максимальный результат за минимальные деньги;
4. Риски потенциальному недропользователю получить не нужную ему информацию сводятся к минимуму;
5. Ежегодное обновление каталогов геологической информации позволяет получать самую актуальную информацию.



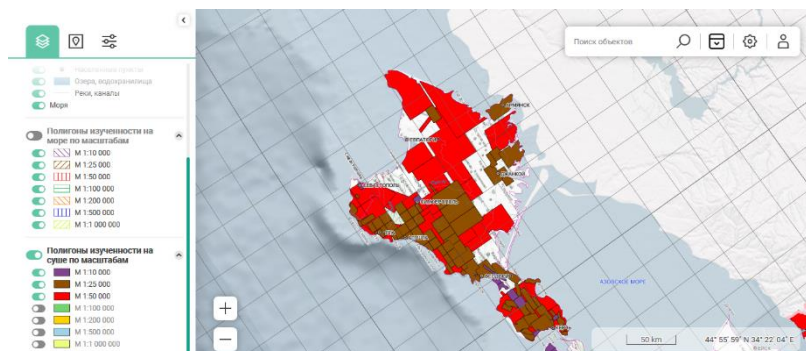
**В РАМКАХ РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАРТА ПЛОЩАДЕЙ ЗАЛЕГАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПЕРЕНЕСЕНА НА НОВУЮ ПЛАТФОРМУ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАРТ (ПИК)**



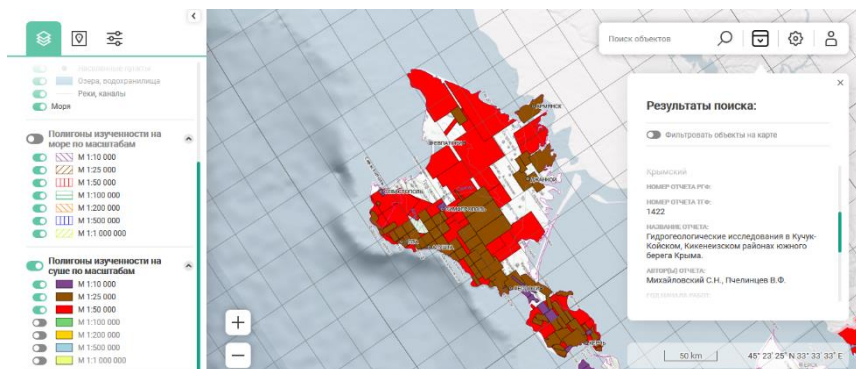
*Рисунок 1. Интерактивная карта (ПИК)*



*Рисунок 2. Картограмма изученности территории РФ и ее шельфа региональными геолого-съёмочными работами*



*Рисунок 3. Картограмма изученности территории РФ и ее шельфа региональными геолого-съёмочными работами. Крупномасштабные съёмки*



*Рисунок 4. Картограмма изученности территории РФ и ее шельфа региональными геолого-съёмочными работами*

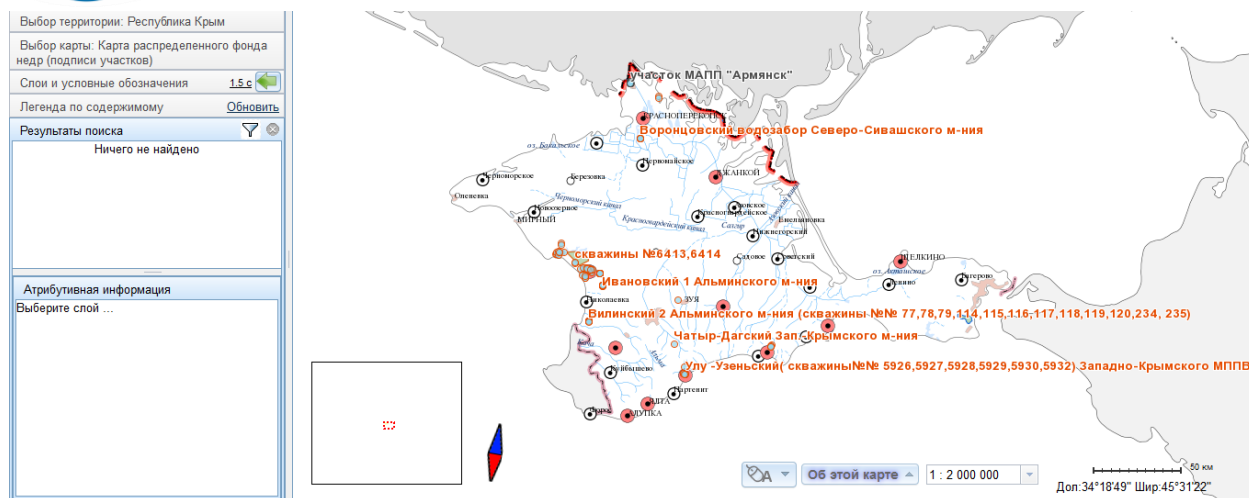


Рисунок 5. Карта распределенного фонда недр

## Литература

1. Ставский А.П., Войтенко В.Н. Альтернативная концепция развития геологоразведочных работ в России, Москва, март 2007
2. Михайлова С.М. ГИС-ПРОЕКТ СВОДНОЙ ДЕЖУРНОЙ КАРТОГРАММЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА МАСШТАБА 1:5000000, Москва, 2019





## ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ДАМБ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЕЁ УСТОЙЧИВОСТИ (НА ПРИМЕРЕ Г.ХАНОЙ)

Динь Т.Х. (МГРИ, [dinhthehien07@gmail.com](mailto:dinhthehien07@gmail.com))

Клеблеев Р.А. (МГРИ, [iklerus@yandex.ru](mailto:iklerus@yandex.ru))

**Аннотация.** В статье рассматриваются некоторые причины разрушения дамб Красной реки в черте города Ханоя. Одной из причин процессов, приводящих к катастрофическим последствиям, является изменение уровней воды в реке в соответствии с сезонами года. Кроме того, на устойчивость дамбы влияет процесс фильтрации. Поэтому необходимо предложить соответствующие решения для устойчивости дамбы во время её эксплуатации.

**Ключевые слова:** наводнение, разрушение дамб, коэффициент устойчивости, фильтрация.

Для столицы Вьетнама – города Ханоя, большой проблемой, порождающей катастрофические последствия, является разрушение дамбы Красной реки [3]. Этот процесс приводит к огромным экономическим потерям и влияет на жизнь людей, проживающих близ реки. Наводнения затопляют большую площадь прибрежной территории, разрушают прибрежные сооружения [1, 2].

Разрушение дамбы сильно зависит от природных и техногенных факторов, среди которых важную роль играют новейшая тектоническая активность, геологическое строение и режим изменения уровня воды в реке [1, 2]. Влияние подъема уровня воды в Красной реке на состояние откосов дамб проявляется по-разному, вызывая изменение напряженного состояния массива и физико-механических свойств грунтов, а также обуславливая развитие фильтрационных деформаций [5, 6].

Обобщенная геомеханическая модель ЛТС дамб может быть охарактеризована в виде следующей схемы: в основании ЛТС залегают слабопроницаемые глинистые и суглинистые грунты, которые подстилаются разнородными песками, являющимися водоносным горизонтом (рис. 1). Физико-механические свойства грунтов показаны в таблице 1.

Физико-механические свойства грунтов

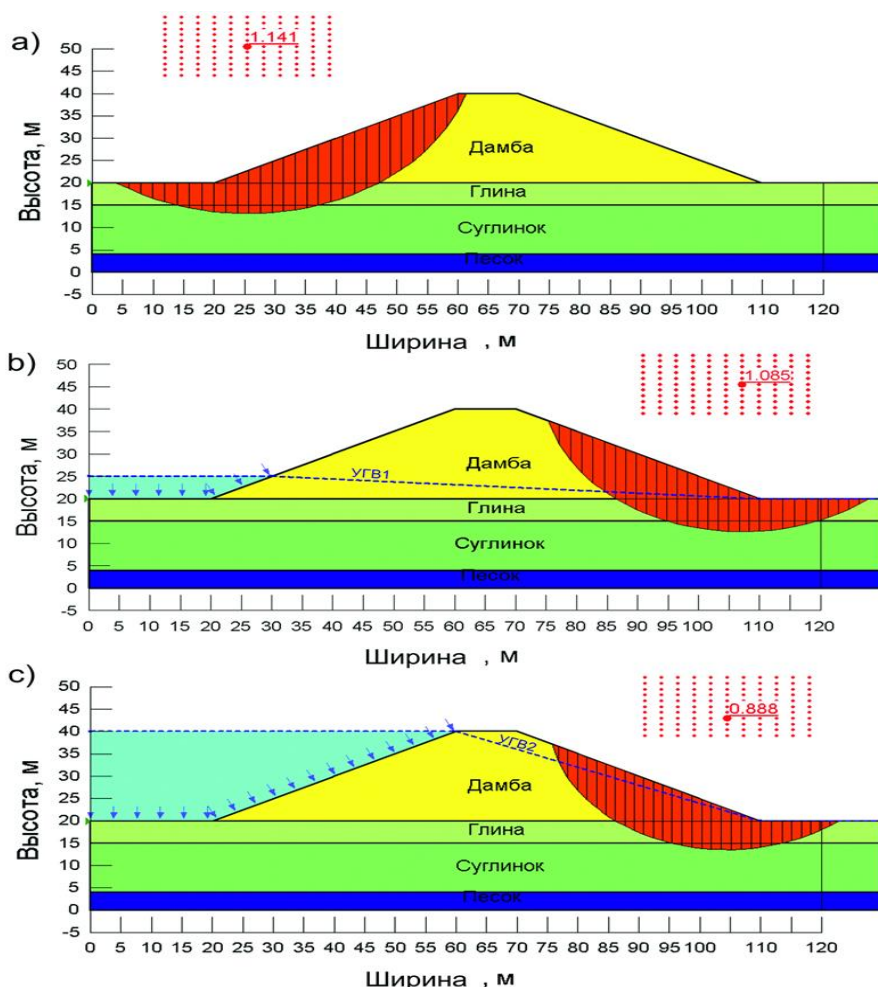
Таблица 1.

№	Показатели свойств грунтов	Символ	Единица измерения	Грунт дамбы	Глина	Суглинок	Песок
1	Плотность грунта	$\rho$	г/см <sup>3</sup>	2,1	1,86	1,86	1,95
2	Удельное сцепление	c	кПа	27,5	24,0	28,7	-
3	Угол внутреннего трения	$\varphi$	град	22 <sup>0</sup> 18'	12 <sup>0</sup> 05'	11 <sup>0</sup> 42'	27 <sup>0</sup> 29'
4	Коэффициент фильтрации	K	м/сек	1,5.10 <sup>-8</sup>	1,2.10 <sup>-8</sup>	1,5.10 <sup>-8</sup>	2,5.10 <sup>-4</sup>

Для оценки влияния изменения уровня воды Красной реки в период паводка на устойчивость откосов дамб было выполнено математическое моделирование методом предельного равновесия Моргенштерна-Прайса [4].

Для оценки устойчивости откоса дамбы при повышении уровня воды в реке в период экстремального паводка, моделирование было выполнено по трём схемам (Рисунок 1). Результаты расчёта показывают, что при повышении уровня воды в реке в паводок,  $K_y$  сухого откоса, обращенного в сторону от реки, снижается от 1.14 до 0.89 (откос дамбы теряет устойчивость).





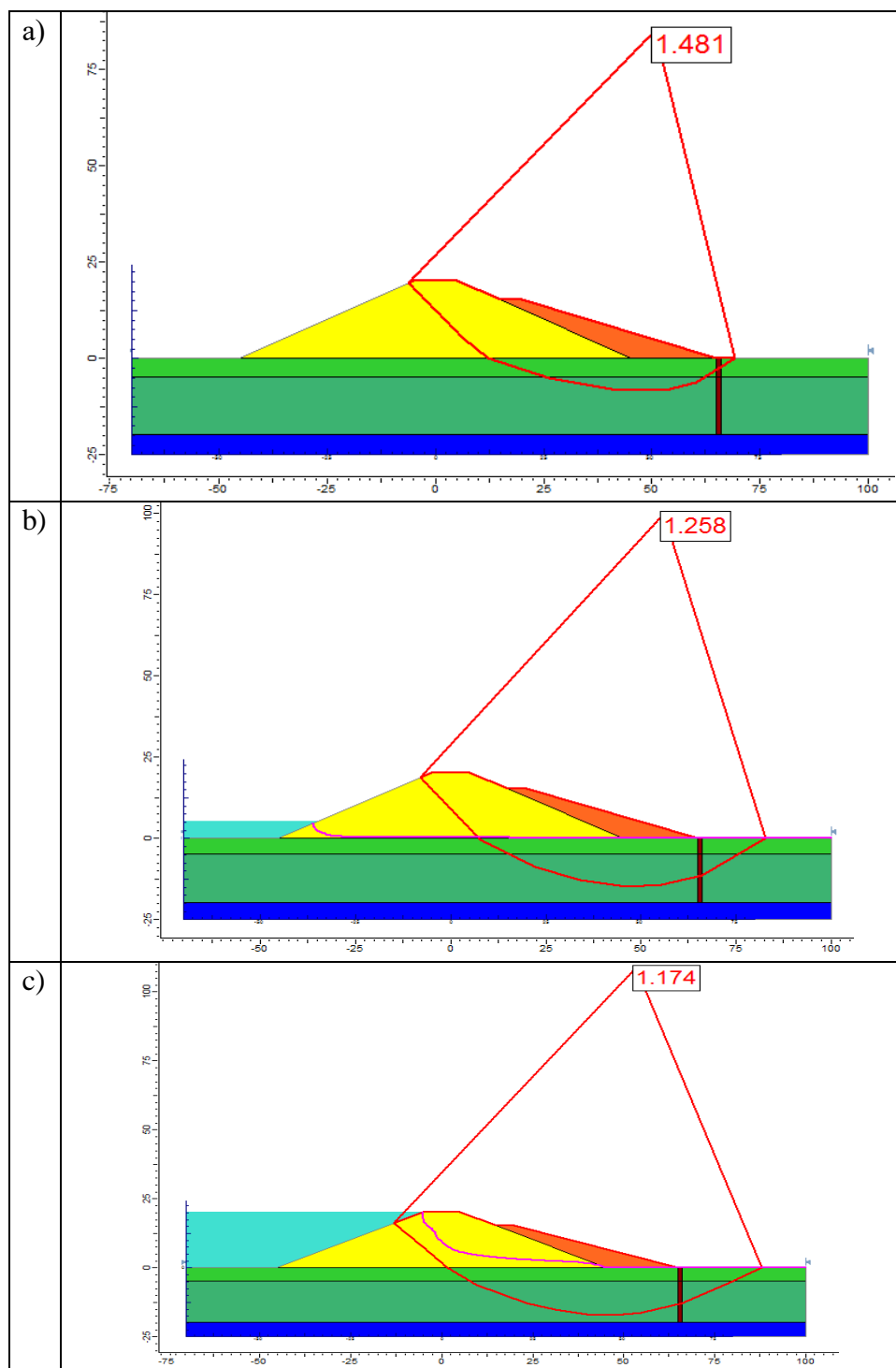
**Рисунок 1.** Поперечный разрез дамбы. Оценка устойчивости откоса дамбы при повышении уровня воды в период экстремального паводка: а) без учета влияния подземных вод  $K_u = 1,14$ ; б) при повышении уровня воды на начальный период экстремального паводка  $K_u = 1,085$ ; в) при повышении уровня воды на конечный период экстремального паводка  $K_u = 0,89$ .

Таким образом, для обеспечения устойчивости дамбы в ходе её эксплуатации необходимо принимать меры безопасности. В том случае, когда откос дамбы неустойчив из-за изменения уровня воды в реке, рекомендуется принять меры для расширения сухого откоса дамбы и добавить дренажную систему под её телом. Этот метод хорошо работает, когда сухой откос дамбы имеет относительный большой уклон, и на него непосредственно влияет изменение уровня воды в реке.

Результаты применения этого метода стабилизации откоса показаны на расчетной модели (Рисунок 2).

Анализ рисунков 1 и 2 показывает, что в сухой период, мероприятия по стабилизации откоса дамбы повышают его  $K_u$  с 1,14 до 1,48. На начало паводка  $K_u$  дамбы без предлагаемых решений по стабилизации падает до 1,07 (откос дамбы переходит в состояние предельного равновесия), при их реализации откос дамбы остается устойчивым ( $K_u = 1,26$ ). На 20 день паводка  $K_u$  откоса дамбы без укрепления становится меньше 1 (дамба разрушается), с укреплением,  $K_u$  откоса дамбы снижается до 1,17, но она сохраняет стабильность.

Исходя из результатов расчетов, пригрузка и расширение сухого откоса дамбы, повышает её устойчивость в период экстремального паводка.



**Рисунок 2.** Поперечный разрез дамбы. Оценка устойчивости откоса с учетом мероприятий, повышающих ее надежность: а) без учета влияния подземных вод  $K_y$  — 1,481; б) при повышении уровня воды на начальный период экстремального паводка  $K_y$  — 1,258; в) при повышении уровня воды на конечный период экстремального паводка  $K_y$  — 1,174.

#### Литература

1. Ву Као Минь, Чйнь Куок Хай, 2004. Некоторые оценки об изменении геологической среды вдоль рек Ханоя связаны с типами инцидентов дамбы. Научные доклады в



- национальной экологической конференции 2004 года. Изд-во: Наука и техника, Ханой. (на вьетнамском языке)
2. Нгуен Х.Д., 2002. Исследование и синтез причин растрескивание дамбы, речного берега в районе около дамбы Ханоя. Геологический институт Ханоя. (на вьетнамском языке)
  3. Пендин В.В., Бондарик Г.К., Ярг Л.А. 2015 Инженерная геодинамика. Москва
  4. Morgenstern, N.R., Price, V.E. 1965. The analysis of the stability of general - slip surface. *Geotechnique* 15(1), P. 70-93
  5. Пендин В.В., Фоменко И.К., 2015. Методология оценки и прогноза оползневой опасности. ЛЕНАНД, Москва, 2015. — 320 с.
  6. Динь Т.Х., Фоменко И.К., Вязкова О.Е., Сироткина О.Н. Исследование влияния экстремальных паводков на устойчивость защитных дамб (на примере г. Ханой). *Инженерные изыскания Том XII, № 11-12/2018 с. 26-34.*



## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИПТС «ВЫБОРГСКИЙ ЗАМОК»<sup>1</sup>

*Дубровин К.А. \* (Российский государственный геологоразведочный университет  
им. С. Орджоникидзе (МГРИ), kadubrovin@gmail.com)*

*Вязкова О.Е. (Российский государственный геологоразведочный университет  
им. С. Орджоникидзе (МГРИ) wjask@yandex.ru)*

### Аннотация

Данная работа входит в «цикл» работ автора, посвященных так называемому «Бастиону Русского Севера» – ряду исторических фортификационных комплексов Ленинградской области. В предыдущих работах автор затрагивал такие объекты, как: Староладожская крепость, Копорье, Тиверское городище и крепость Корела. Текущая работа посвящена самому необычному и единственному в своём роде на территории Российской Федерации памятнику средневекового фортификационного зодчества – Выборгскому замку.

**Ключевые слова:** Анализ инженерно-геологических условий, исторические природно-технические системы, фортификация

Выборгский замок – единственный на территории Российской Федерации памятник европейского средневекового зодчества, большая часть которого вплоть до 2026 г. находится на реставрации, что делает данную работу автора своевременной и актуальной.

Цель работы – описать и проанализировать влияние эволюции инженерно-геологических условий исследуемой территории на формирование и функционирование исторической природно-технической системы (ИПТС) на протяжении 800 лет. Этот анализ позволит более конструктивно подойти к процессу реставрации исторически и культурно значимого объекта.

Изначально на месте современного Выборга существовал деревянный форпост местного племени корел. В 1293 г, в рамках очередного Крестового похода, шведское войско, командированное на Карельский перешеек с целью крещения местного населения огнём и мечом в католическую веру, сожгло уже обустроенный здесь форпост и в рекордные сроки возвело на том же месте каменную крепость. Безусловно, настоящая причина «вторжения» была иная – экономически выгодное расположение территории и давление на Новгородскую республику.

Климат территории сравнительно мягкий вследствие близости Финского залива. Средняя многолетняя температура летних месяцев составляет 15–17°C. Средняя многолетняя температура зимой –7°C (абс. минимум января составляет –41°C). Зимой нередко оттепели с температурами до +4°C; летом же, напротив, температура воздуха может опускаться до 10°C, из-за вторжения воздушных масс с севера. Территория находится в зоне избыточного увлажнения. Климат влажный, среднегодовое количество осадков составляет 600 мм. Переувлажнение грунтов и строительных конструкций при отрицательных температурах приводят к развитию выветривания в кладках стен.

Поскольку ИПТС существуют значительно дольше, чем привычные для инженера-геолога сооружения, необходимо отметить [2, 3], что за период существования объекта исследования климат несколько раз претерпевал значительные изменения. Выборгский замок заложен в переходный период между тепловой климатической аномалией Европы (ТКА – 950–1250 гг.) [8] и малым ледниковым периодом (МЛП – 1350–1850 гг.) [6, 8]. В наше же время начинается период очередного «глобального потепления».

<sup>1</sup> Работы выполнялись при поддержке гранта РФФИ № 19-05-00679\19.





Выборгский замок расположен на Замковом острове, который до XVI–XVII веков находился в западном устье реки Вуоксы – узком проливе, входившем в состав Вуоксинского торгового пути, ведущего из района Ладожского озера в воды Балтики. Согласно письменным источникам, на рубеже XV в. река обмелела, и торговый путь перестал существовать [5]. О существовании в XI–XIII вв. водного пути по Вуоксе от Ладожского озера до Выборгского залива свидетельствуют найденные в ряде мест вдоль этого пути монетные клады указанного периода [9]. Пересыхание, по-видимому, обусловлено экстагическим подъёмом (процессом векового поднятия суши) территории вследствие дегляциации, происходящим на Карельском перешейке.

В геологическом строении преобладают позднепротерозойские (рифейские) рапакиви-граниты Выборгского комплекса, к которому относятся породы Выборгского массива, содержащего на территории только кислые гранитоидные породы. Скальные породы перекрыты моренными (gIIIos) и морскими (mIV) песчано-гравийными отложениями с включениями валунов [7].

На данный момент про влияние гидрогеологических условий известно мало, примеров негативного их воздействия на данный момент не обнаружено. Вопросы водоснабжения замка остаются открытыми, слишком много легенд связано с подземным пространством под сооружениями [1].

Из проявлений процессов на территории музея-заповедника зафиксированы трещины в кладке наружных стен и обрушения по ним (рис. 1, 2). Выветривание и выщелачивание кладочного раствора и процессы, происходящие в забутовке стен, – основные угрозы сохранности гранитной облицовки крепостных валов.



*Рисунок 1. Деформационная трещина в стене крепости*



*Рисунок 2. Обрушение фасадной кладки стены крепости по трещинам*

В общем и целом, инженерно-геологические условия острова, окруженного со всех сторон водой и сложенного скальными породами, с хорошей несущей способностью, обусловили правильность первоначального выбора месторасположения и обеспечили





функционирование фортификационного сооружения на всем историческом периоде, на который оно было рассчитано и использовалось в качестве такового.

Трещины в облицовке крепостного вала обусловлены инфильтрацией атмосферных осадков сквозь его тело с периодическим промерзанием, что приводит к вымыванию цемента или, как минимум, снижению его прочности за счет растворения, с последующей деформацией конструкции стены. Проблем с несущей способностью грунтов на объекте исследований не обнаружено, рекомендуется принять меры по организации правильного стока атмосферных осадков и дренажа воды, которая формируется в кладке и грунтах за облицовкой стен, что поможет их сохранить. Процессы, которые мы видим, происходят в конструкциях инженерных сооружений, а не в грунтах их основания.

### Литература

1. Выборгский объединённый музей-заповедник [Электронный ресурс] // <http://vyborgmuseum.org/history/>
2. Вязкова О.Е., Курдыш Е.С. Инженерно-геологические условия и прогнозирование мест расположения археологических памятников в Кисловодской котловине /Инженерные изыскания. 2016. № 2. С.24–29.
3. Вязкова О.Е. Об изменении инженерно-геологических условий в процессе эксплуатации архитектурных памятников //Сборник тезисов 7-го Международного научно-практического симпозиума "Природные условия строительства и сохранения храмов православной Руси" 14–15 ноября 2018 г. Сергиев Посад. С. 45–47.
4. Вязкова О.Е., Дубровин К.А. Инженерно-геологические причины и механизмы разрушения архитектурно-археологических памятников фортификационного назначения в различных условиях //Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций. М.: ООО «Геомаркетинг». 2019. С. 459–464.
5. Кепп Е. Е. Выборг. Очерк-путеводитель. – Выборг, 1992. – С. 22.
6. Кривенко В.Г. Концепция природной циклики и некоторые задачи хозяйственной стратегии России [Электронный ресурс] //[http://www.ecoexpertcenter.ru/info/koncepciya\\_cikliki\\_144.html](http://www.ecoexpertcenter.ru/info/koncepciya_cikliki_144.html)
7. Максимов А.В., Богданов Ю.Б. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000. Серия Балтийская Листы Р-(35),36 – Петрозаводск / Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015 г.
8. Соломина О.Н. Колебания ледников в голоцене и возможное влияние на них орбитального сигнала, солнечной и вулканической активности и антропогенного воздействия //Лёд и снег, 2014 г. № 3 (127). С. 81–90.
9. Шаскольский И.П. Борьба Руси против шведской экспансии в Карелии конец XIII – начало XIV в. – Петрозаводск: Карелия, 1987.



## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ НА ПРИМЕРЕ НОВО-САВИНОСКОГО РАЙОНА ГОРОДА КАЗАНИ

*Яббарова Е.Н. \* (Казанский (Приволжский) федеральный университет, yabbarova.en@mail.ru),  
Латыпов А.И. (Казанский (Приволжский) федеральный университет, airatlat@mail.ru)*

### **Аннотация**

В работе рассматриваются проблема несоответствия результатов исследования данных статического зондирования грунтов и статических испытаний свай одной из строительных площадок г.Казани. Анализируются инженерно-геологические условия площадки изысканий и в соответствии с требованиями нормативных документов производятся расчеты несущей способности свай. Делается вывод о том, что использование нормативных документов без учета региональных особенностей территории приводит к существенному расхождению между двумя способами расчета.

### **Ключевые слова**

Несущая способность свай, статическое зондирование, грунт, физико-механические свойства грунтов.

### **Введение.**

Статическое зондирование является наиболее актуальным и простым способом определения показателей сопротивления грунта среди методов полевых испытаний, так как позволяет исследовать грунтовый массив на большую глубину при сравнительно небольших материальных затратах. Ограниченность применения данного метода для определения физико-механических характеристик обусловлена тем, что они определяются на основании корреляционных таблиц (приложение И, СП 47.13330 [2]), составленных для всей территории Российской Федерации. Это приводит к расхождению результатов полевых и лабораторных исследований, которое имеет недопустимые границы.

Методика расчета несущей способности свай в отечественной практике приведена в действующем СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» [2] и заключается в определении частного значения предельного сопротивления забивной сваи  $F_U$  площадью поперечного сечения  $A$  и периметром  $U$  в точке зондирования как сумма сопротивления по лобовой поверхности  $R_s$  и сопротивлению трению по боковой поверхности сваи  $f$ :

$$F_U = R_s + fhU,$$

где  $h$  – глубина погружения сваи от поверхности грунта около сваи, м.

### **Основная часть.**

В административном отношении исследуемая территория расположена по ул.Чистопольская в Ново-Савиновском районе г. Казани. На площадке изысканий были проведены статические испытания свай и испытания грунтов статическим зондированием. Поверхность участка застройки относительно ровная с общим уклоном 2-3° в юго-западном направлении, характеризуется перепадом абсолютных отметок от 56,9 м в северной части до 53,9 м в юго-западной.

В геоморфологическом отношении площадка изысканий расположена в пределах I надпойменной террасы правобережья р. Казанки.

В геологическом строении по данным бурения скважин в пределах исследованных глубин (до 27 м) принимают участие верхнечетвертичные аллювиально-делювиальные и



неогеновые отложения, перекрытые современными техногенными грунтами мощностью до 2,3 м.

№ ИГЭ	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости e, д.е.	Влажность природная W, д.е.	Показатель текучести IL, д.е.
2б Глина тугопластичная	1,89	0,86	0,28	0,37
2в Глина мягкопластичная	1,87	0,93	0,32	0,58
3б Суглинок тугопластичный	1,97	0,71	0,24	0,46
3в Суглинок мягкопластичный	1,91	0,86	0,31	0,69
3гд Суглинок текучепластичный	1,92	0,87	0,31	0,91
6а Песок мелкий	2,06	0,56	0,21	
7а Песок средней крупности	2,07	0,56	0,2	
N2а Глина неогеновая полутвердая	1,91	0,86	0,3	0,17
N2б Глина неогеновая тугопластичная	1,95	0,95	0,28	0,4

*Таблица 1. Значения физических свойств исследуемых грунтов*

Авторами проанализированы данные статического зондирования верхнечетвертичных водонасыщенных элювиальных песков на объекте изысканий «Дворец водных видов спорта» г.Казани. Исследование показало, что среднее значение предельных сопротивлений сваи по результатам статического зондирования составило 924,8 кН, а среднее значение предельного сопротивления забивной сваи статической нагрузкой составило 1368,3 кН, то есть расхождение между двумя определениями достигает 1,7 раз (табл.2). Аналогичное несоответствие выявлено и для других грунтовых площадок территории Республики Татарстан.

№ сваи	размер (см) длина (м)	Предельное сопротивление, определенное по данным статического зондирования $F_d$ , кН	Предельное сопротивление, определенное по данным статической вдавливающей нагрузкой $F_d$ , кН	расхождение	грунт под нижним концом сваи
16	$\frac{30 \times 30}{7,7}$	500	1200	2,2	водонасыщенный песок
21	$\frac{30 \times 30}{8,68}$	1077	1330	1,4	
513	$\frac{30 \times 30}{8,58}$	800	1500	2,3	
769	$\frac{35 \times 35}{8,6}$	1200	1600	1,6	
2062	$\frac{35 \times 35}{8,71}$	932	1100	1,25	
4739	$\frac{35 \times 35}{8,71}$	1040	1480	1,7	



	7,3			
--	-----	--	--	--

**Таблица 2.** Результаты испытания свай статической нагрузкой и по данным статического зондирования

**Выводы.**

Анализ полученных результатов показал, что основной причиной несоответствия является использование рекомендуемых СП 24.13330 коэффициентов перехода от сопротивления зондированию под наконечником зонда к предельному сопротивлению грунта под нижним концом свай. Например, согласно СП 24.13330 значения коэффициентов бета для свай исследуемой площадки находится в диапазоне 0,26-0,40. В то же время для получения реальных значений сопротивлений свай указанный диапазон должен быть 0,43-0,60.

Среднее значение сопротивления грунта $q_s$ , кПа	Значение коэффициента $\beta$	
	Согласно СП 24.13330	Предложенные авторами
<1000	0,90	0,90
2500	0,80	0,80
5000	0,65	0,75
7500	0,55	0,70
10000	0,45	0,65
15000	0,35	0,55
20000	0,30	0,45
>30000	0,20	0,35

**Таблица 3.** Значения коэффициента  $\beta$  для забивных свай

Таким образом, наиболее перспективным способом решения данного несоответствия предлагается создание частных региональных таблиц по данным статического зондирования грунтовых оснований, а в дальнейшем – территориальных строительных норм с учетом региональных особенностей г. Казани и Республики Татарстан, что позволит повысить точность инженерно-геологических изысканий и увеличить экономическую рентабельность строительства.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90089.

**Литература**

1. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – 2012. – 110 с.
2. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. – 2011. – 100 с.



## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МЕРЗЛЫХ ОСНОВАНИЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С РЕБРИСТЫМИ СВАЯМИ

*Набережный А.Д., (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО  
РАН, Северо-Восточный федеральный университет им.М.К. Аммосова,  
artemon2003@inbox.ru),*

*Кузьмин Г.П., (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,  
gpkuzmin@mpi.ysn.ru)*

### Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований несущей способности мерзлых оснований при взаимодействии с ребристыми сваями, проведенных в Подземной лаборатории Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. Исследованы несущие способности оснований при смерзании со сваями с гладкой и различными вариантами ребристых поверхностей, включая различный шаг и угол наклона нижних граней ребер. В результате проведенных экспериментов установлены зависимости несущих способностей оснований от угла наклона и шага ребер.

**Ключевые слова:** ребристые сваи, многолетнемерзлые грунты, несущая способность.

Величину и характер переноса нагрузки на мерзлые основания исследовали на моделях свай в мерзлых песках в Подземной лаборатории Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН при постоянной температуре  $-3^{\circ}\text{C}$ . Испытания проводились по методике ступенчатой загрузки свай, приведенной в ГОСТ 5686-2012 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями» и которая применялась ранее И.Н. Вотяковым [1] во время испытаний свайных моделей. Модели свай замораживали в круглых трубах диаметром 325 мм с толщиной стенки 8 мм. К трубе был приварен гладкий арматурный стержень диаметром 12 мм, на котором была установлена система стержней с тремя степенями свободы для крепления индикатора часового типа. Исследования несущей способности винтовых свай, проведенные отечественными и зарубежными авторами [2, 3, 4, 5, 6], показали, что геометрические характеристики свайных ребер принимаются в зависимости от отношения диаметра ребер к величине шага (расстояние между ребрами). Поэтому мы изготовили модели свай с небольшой относительной высотой, способных выдерживать нагрузки от рычажных прессов, которыми оснащена подземная лабораторией. Поперечное сечение моделей свай взято круглое с диаметром 60 мм. Общая длина свай составляет 150 мм, высота ребристой части - 95 мм. Модели с постоянным шагом, равным  $l = d / 3$  и с углом наклона ребер  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$  и  $60^{\circ}$  изготовлены для изучения влияния геометрических параметров ребер на величину передаваемой нагрузки на мерзлые основания ( $l$  - длина свай,  $d$  - диаметр свай).

Результаты экспериментов моделей свай с углом наклона ребер  $45^{\circ}$  градусов (рис.1.) показали, что при оценке несущей способности моделей с шагом не менее  $d/2$  ( $1/2$  диаметра свай) работа грунта не должна учитываться при сдвиге. Рассчитанные значения также больше, чем те, которые наблюдаются при шаге 10 мм ( $1/6$  диаметра свай), что объясняется тем, что в этом случае нормальные напряжения соседних ребер накладываются, хотя и не так сильно, чем в образцах с шагом 15 мм ( $1/4$  диаметра свай).



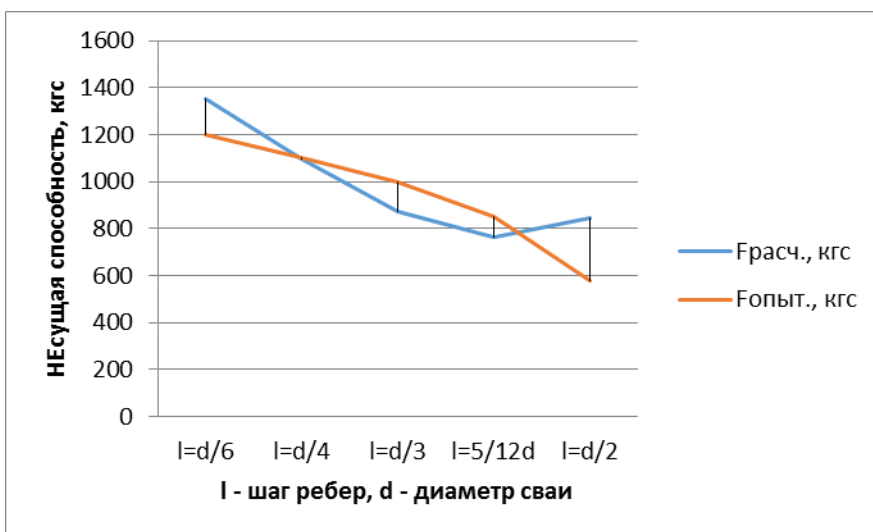


Рисунок 1. Результаты экспериментальных и аналитических исследований несущих способностей от шага ребер, кгс.

Когда угол ребер был изменен с 45 до 55 градусов при шаге  $d/3$  (20 мм), расчетная несущая способность уменьшилась с 873 до 794 кг, а экспериментальная нагрузка увеличилась с 1000 до 1400 кг (рис. 2). Увеличение экспериментальной величины несущей способности, когда угол наклона краев кромок изменяется от 45 до 55 градусов, является результатом уменьшения приложения напряжений от соседних ребер.

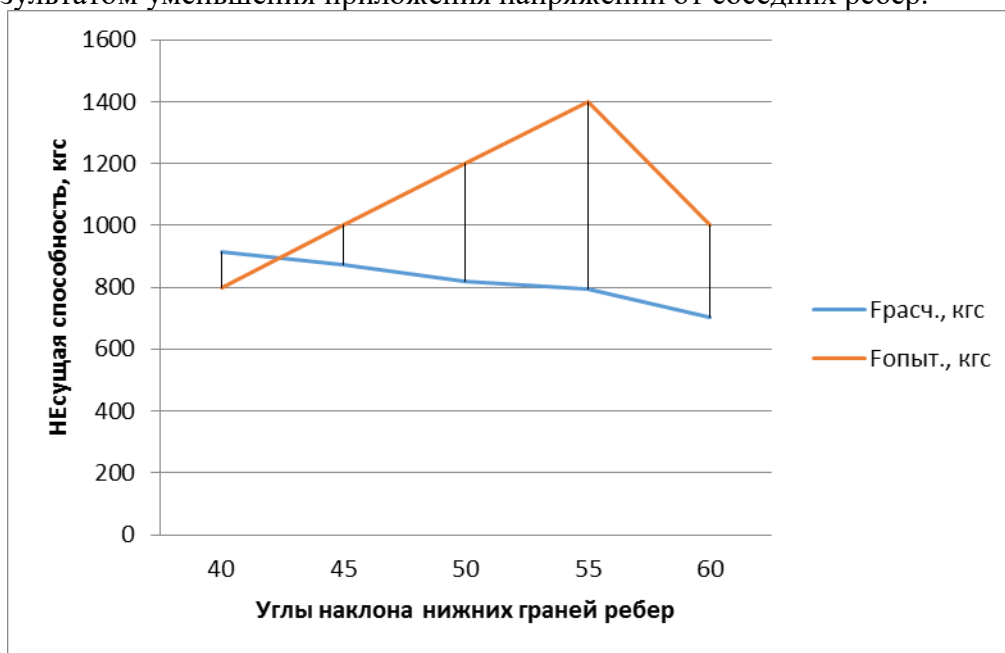


Рисунок 2. Результаты экспериментальных и аналитических исследований несущих способностей от угла наклона нижних граней ребер, кгс.

Дальнейшее увеличение угла наклона ребер привело к уменьшению несущей способности, что связано с тем, что вертикальная составляющая передаваемой нагрузки в грунт уменьшается. В этом случае межреберный сдвиг грунта происходит после наступления предельного состояния грунта под нижними краями ребер. То есть при угле наклона ребер, стремящемся к 90°, грунт работает, как в случае с гладкой свайей, и прочность будет зависеть от прочности грунта на сдвиг вдоль поверхности смерзания со свайей.



Таким образом, в результате проведения экспериментальных исследований мерзлых оснований при взаимодействии с ребристыми сваями установлены зависимости несущих способностей оснований от угла наклона и шага ребер.

### **Литература**

1. Вотяков И.Н. Физико-механические свойства мерзлых и оттаивающих грунтов Якутии. - Новосибирск: Наука, 1975. - 175 с.
2. Vesic A.S. Breakout resistance of objects embedded in ocean bottom. // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. 1971, no. 97 (SM9). pp.1183-1205
3. Mitsch M.P., and Clemence, S.P. The uplift capacity of helix anchors in sand//American society of Civil Engineers. New York, 1985. pp.26-47.
4. Zhang D.J.W. Predicting capacity of helical screw piles in Alberta soils: M.Sc. thesis. Edmonton: University of Alberta, 1999. 304 p.
5. Sakr M. Axial and Lateral Behaviour of Helical Piles in Oil Sand// Canadian Geotechnical Journal. 2009. Vol. 46, No. 9, pp. 1046-1061.
6. El Sharnouby M.M.and El Nagggar M.H. Field investigation of axial monotonic and cyclic performance of reinforced helical pulldown micropiles// Canadian Geotechnical Journal. 2012. Vol.49., pp. 560 - 573.



## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

*Панков А.А. (ФГБУ «Росгеолфонд», A.Pankov@rfgf.ru),  
Михайлова С.М. (ФГБУ «Росгеолфонд», SMihaylova@rfgf.ru)*

### **Аннотация:**

В условиях роста потребления углеводородного сырья освоение углеводородных месторождений шельфа Арктических морей становится всё более актуальной проблемой. Поиски и разведка месторождений осуществляются посредством комплекса инженерно-геодезических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геофизических и инженерно-геологических исследований. В докладе рассмотрены условия, цели, методы и проблемы инженерно-геологических изысканий арктического шельфа применительно к задачам освоения минерально-сырьевых ресурсов.

### **Ключевые слова:**

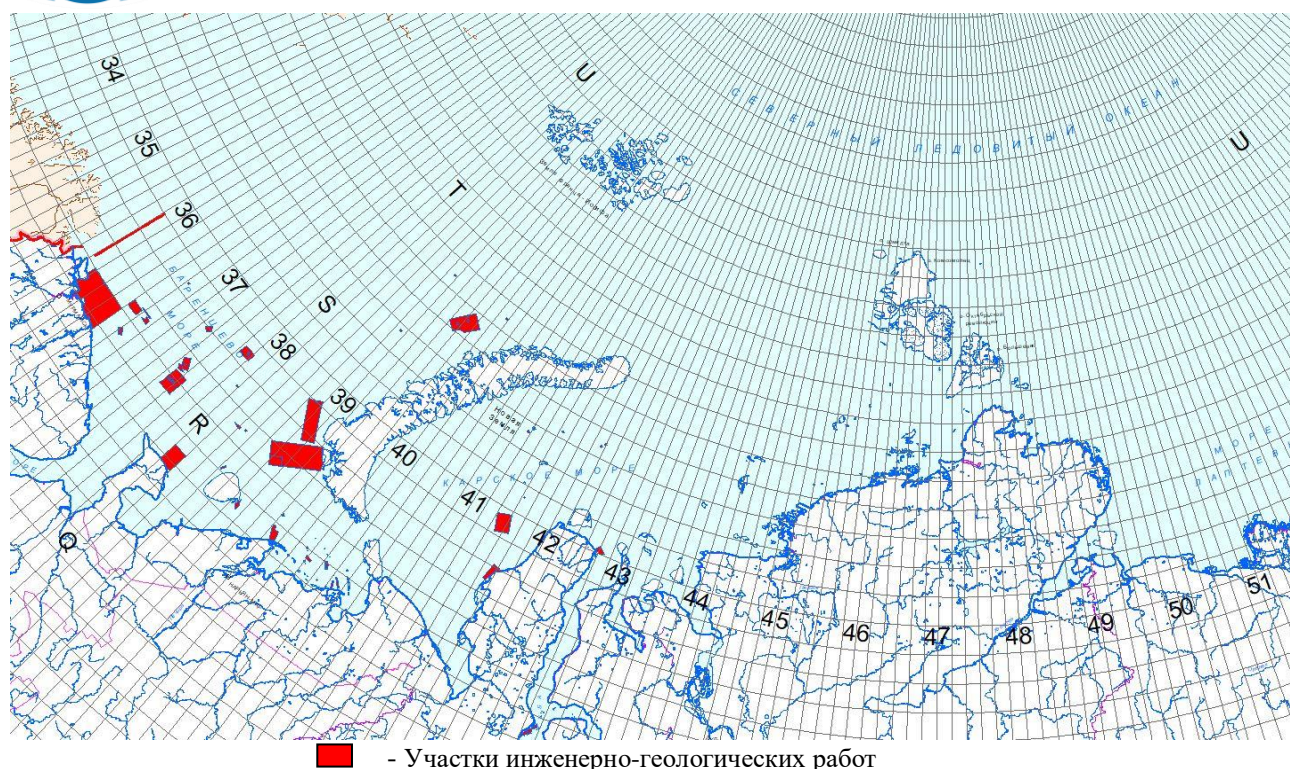
Арктический шельф, инженерно-геологические изыскания, самоподъёмная плавучая буровая установка, минерально-сырьевая база

Стратегия развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 года (далее - Стратегия) предусматривает решение задач повышения геологической изученности территории РФ и её континентального шельфа на основе проведения региональных и прогнозно-минерагенических исследований в объёмах, необходимых для формирования и наращивания "поискового задела".

Исключительный экономический интерес РФ для разведочных работ на нефть и газ представляют районы, расположенные в границах морей российской Арктики и их шельфовых зон. Арктическая зона охватывает северные территории суши субъектов РФ, имеющих выходы к акватории Северного Ледовитого океана, внутренние морские территориальные воды, исключительные экономические зоны акваторий Баренцева, Белого, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, континентальный шельф, определяемый в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву, арктические острова и архипелаги. В акватории Арктики проходит Северный морской путь как исторически сложившаяся национальная транспортная коммуникация РФ.

Россия обладает самым крупным в мире континентальным шельфом (около 1/5 площади шельфа Мирового океана), нефтегазовый потенциал которого составляет почти треть суммарных ресурсов недр шельфа Мирового океана. Более 85 % общих ресурсов нефти и газа российского шельфа сосредоточено в арктических морях, что предопределяет актуальность и важность научно-технического прогресса в этой области для развития нефтяной и газовой промышленности России в целом, однако геологическое строение и природные условия на лицензионных участках изучены недостаточно. Баренцево-Карский шельф рассматривается как основа для дальнейшей поисково-разведочной работы и создания арктической инфраструктуры для освоения морских месторождений, где сосредоточен весь основной объём поисково-оценочного бурения и комплексных инженерных изысканий. (рис. 1).





**Рисунок 1.** Обзорная карта инженерно-геологических исследований в Арктической зоне шельфа РФ

Морские комплексные инженерные изыскания выполняются с целью получения необходимых и достаточных данных для подготовки площадки под постановку буровых платформ, разработки проектной документации строительства, в том числе мероприятий инженерной защиты и охраны окружающей среды.

Комплекс работ включает в себя инженерно-геодезические (определение характера рельефа дна в районе площадки инженерных изысканий, отсутствия предметов и объектов на морском дне природного и/или техногенного происхождения, оказывающих влияние на строительство поисково-оценочной скважины и постановку самоподъёмной плавучей буровой установки (СПБУ) в точку бурения, определение планового и высотного положения забортного оборудования), инженерно-гидрометеорологические (сбор и анализ фондовых материалов и результатов изысканий прошлых лет, сбор данных наблюдений за параметрами гидрометеорологического режима и определение его расчётных характеристик на основе расчётов и моделирования, проведение литодинамических исследований), инженерно-геофизические исследования (выявление процессов и явлений потенциально опасных для строительства скважин и составления сводной карты геологических опасностей, выполнение низкочастотного и высокочастотного непрерывного сейсмоакустического профилирования, морской магнитной съёмки, сейсморазведки высокого разрешения, обследование дна гидролокатором бокового обзора) и инженерно-геологические изыскания (инженерно-геологическое бурение, статическое зондирование грунтов, донный пробоотбор грунтов, воды, лабораторные испытания и исследования).

Методика выполнения работ и необходимый объём определяются в соответствии с нормативно-правовой базой и с целями каждого проекта. Помимо законодательно обоснованных требований, слабая изученность природных условий шельфа Арктики часто вынуждает недропользователей проводить дополнительные исследования с целью восполнения пробелов в знаниях, необходимых им для планирования экологически безопасной и экономически эффективной хозяйственной деятельности.



В результате проведения морских комплексных инженерно-геологических изысканий выявляются экономически выгодные и технически целесообразные условия размещения и возведения СПБУ для данной природной обстановки, оценивается несущая способность грунтов основания, решаются вопросы безопасной эксплуатации и снятия с точки бурения.

Зачастую огромный массив первичных данных об условиях шельфа оседает в архивах компаний недропользователей и не используется должным образом для аналитики на государственном и отраслевом уровне. Если засекречивание данных, касающихся оценки запасов углеводородов, геологического строения нефтегазоносных структур, и может иметь коммерческий смысл, то информация о биоразнообразии, экологическом состоянии участков, океанографические, гидрометеорологические, геофизические и инженерно-геологические данные могли бы быть крайне важны для разработки новых экологически безопасных и экономически эффективных технологий для освоения ресурсов шельфа, при условии их доступности проектно-изыскательским и научным организациям, государственным НИИ и ВУЗам. С этой целью требуется раскрытие получаемой информации и её публикация в открытом доступе в электронном виде, для чего необходимо создание единой открытой и пополняемой базы данных, содержащей информацию о природных условиях шельфа Арктики, позволяющей обмениваться большими данными и видеть глобальные тенденции в этом динамично меняющемся регионе.

Всё это позволит более детально изучить природу морей Арктики, оперативно разработать и внедрить новые методические подходы к освоению месторождений и предложить меры охраны и минимизации воздействия на окружающую среду хозяйственной деятельности человека.

### **Литература**

1. Шабалин Н.В. Комплексные морские исследования в арктическом регионе // Статья журнала «Neftegaz.RU». 2020. № 1.
2. Аракчеев Д.Б., Ковтонюк Г.П., Ткачёва Е.А. Геологическая, геофизическая и геохимическая изученность Арктической зоны // Статья журнала «Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.». 2019. № 3. С. 1.
3. Неизвестнов Я.В. Специальное инженерно-геологическое районирование арктического шельфа Евразии применительно к задачам освоения минерально-сырьевых ресурсов. (Окончательный отчёт по теме: IX И.1./41 74-4/830). // Фонды ФГБУ «Росгеолфонд». 1984.





## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГОКА «БАИМСКИЙ»

Аллянова А.В. (aleonaya@yandex.ru, г. Москва, Россия)

**Аннотация.** В данной статье производится оценка инженерно-геологических условий территории, на которой предполагается строительство горно-обогатительного комбината. Рассмотрены некоторые аспекты строительства хвостохранилища, входящего в состав проектируемого ГОКа.

**Ключевые слова:** строительство горно-обогатительного комбината, инженерно-геологическая оценка территории.

Баимская рудная зона является одной из крупнейших в мире медно-порфировых минерализаций с ресурсным потенциалом 23 млн. тонн меди и 2 тыс. тонн золота, включает в себя 13 месторождений. Одно из них носит название «Песчанка» и расположено в самом центре Баимской рудной зоны. В настоящее время проводятся геологоразведочные работы на этом месторождении в рамках разработки проекта строительства горно-обогатительного комбината «Баимский» для добычи и переработки медных, молибденовых руд и золота.

Комбинаты и обогатительные фабрики в результате процесса обогащения руды сбрасывают миллионы тонн отходов. Для складирования их требуются хранилища, имеющие не только значительную ёмкость, но и удовлетворяющие условиям охраны окружающей среды. Их проектирование является одним из самых важных этапов при строительстве горно-обогатительных комбинатов.

Медно-порфировое месторождение Песчанка расположено в Билибинском районе Чукотского автономного округа. Расстояние от г. Билибино до месторождения Песчанка – 250 км.

Месторождение было открыто в 1972 году в ходе заверочных работ геологом Аннойской КРГЭ Г.И. Сокиркиным. Поисковые и поисково-оценочные работы проводились с перерывами до 1984 года. Из-за экономической нецелесообразности разработки месторождения в то время дальнейшие работы были прекращены. С 2009 года на месторождении проводятся разведочные работы.

Основным горным сооружением является хребет Бахихчан. Рельеф района средне-низкогорный, расчленённый с абсолютными отметками водоразделов 800–840 м; максимальная отметка 927 м находится в верховьях р. Песчанка (рис.1). Эрозионно-аккумулятивные формы рельефа представлены долинами рек Песчанка, Егдэкыч и их притоками и сложены верхнечетвертично-современными аллювиальными отложениями.

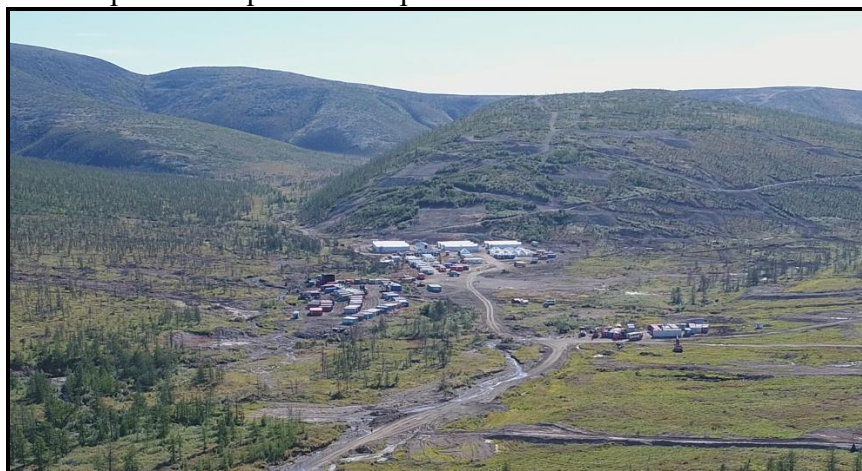


Рисунок 1. Рельеф территории.



Вся территория региона относится к району Крайнего Севера. Климат суровый, субарктический континентальный. Продолжительность зимы до 10 месяцев. Средняя температура лета (июль) от +5 до +10°C. Повсеместно распространена вечная мерзлота. На исследуемой территории за год выпадает в среднем 210–247 мм осадков. Основная доля осадков приходится на теплое время года – за три месяца (июнь-август) выпадает почти половина годового количества осадков – 43–48%. Однако, наибольшее число дней в году (143 дня) приходится на дни с твердыми осадками. Наибольшая сумма осадков за год за период 1985–2013 годов по МС Билибино наблюдалась в 2006 г. и составила 344 мм, наименьшая – 186 мм в 1997 г.

Снежный покров оказывает существенное влияние на формирование климата в зимний период. Небольшое количество тепла, получаемое зимой от солнца из-за наличия снежного покрова, почти полностью отражается. Особенно велика отражательная способность свежеснеженного снега (70–80%).

Гидросеть района достаточно разветвленная и принадлежит бассейну р. Баимка, являющейся левым притоком р. Бол. Анной – притока р. Колымы (бассейн Восточно-Сибирского моря). Р. Егдэжыч – правый приток р. Баимка, образованный при слиянии рек Лев. Песчанка и Песчанка. Месторождение «Песчанка» находится в среднем-верхнем течении р. Песчанка. Направление течения рек и ручьев с юга на север. Реки меандрирующие, русла их шириной 10–50 м, долин – от 0,5 км до 2,5 км в нижнем течении. Долины водотоков, как правило, заболочены. Вскрытие рек происходит в период 31.05–10.06. Продолжительность периода отсутствия льда 4,5–5 месяцев. Начало ледостава 10.10–20.10, продолжительность – 7 месяцев.

В геологическом строении участка хвостового хозяйства принимают участие мерзлые дисперсные грунты четвертичного возраста, морозные скальные грунты мелового и юрского возрастов.

Месторождение Песчанка представляет собой месторождение штокверково-дайкового типа, сложенное кварцевыми монзонит-порфирами и кварцевыми монцодиорит-порфирами. Это типичное медно-порфировое месторождение, содержащее молибденовые и золотые руды. Месторождение представляет собой сложный линейный штокверк протяженностью 7 км и шириной до 1,5 км, разобщенный на три части поперечными и диагональными сбросо-сдвигами. Порфировое тело имеет перпендикулярные разломы и трещины, а рудная минерализация преимущественно ориентирована с северо-запада на юго-восток.

Руды месторождения Песчанка относятся к порфирово-медному типу. Содержание сульфидов низкое (менее 1% общей серы). Запасы состоят примерно из 80% сульфидной руды и 20% окисленной руды. Сульфидная руда в основном представлена халькопиритом и борнитом, а окисленная – в основном малахитом и азуритом. Молибден присутствует в рудах в форме молибденита. Также в рудах содержится мелкодисперсное самородное золото и серебро [2, с.69].

В соответствии с Геокриологической картой СССР район работ расположен в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород со средней температурой (-7) – (-9) °С. Территория расположена в зоне распространения сплошной континентальной мерзлоты горного типа мощностью до 350 м.

Отходы обогащения металлической руды, так называемые хвосты-шламы, представляют собой несвязный материал, состоящий из различных по величине зерен раздробленных минералов. Безопасное размещение хвостов на постоянной основе требует наличие специального сооружения, в котором будут храниться все хвосты не только в течение всего срока эксплуатации, но и в будущем после прекращения разработки рудника [1, с.4].

Хвосты размещаются в хвостохранилище со стороны уклона, и при движении их по склону вниз, твердый материал оседает из шлама. Хвостохранилище будет включать в



себя насыпь-дамбу в северной части исследуемой территории, ограничивающую естественную долину р. Егдэкыч, образующую чашу хвостохранилища. Для характеристики отходов до намыва в хранилище необходимо знать их зерновой и минералогический состав, плотность частиц (удельный вес), химический состав, степень вредности для окружающей среды [2].

Поскольку объекты проекта освоения медного месторождения Песчанка размещаются в условиях вечной мерзлоты, ожидается, что объем просачиваний в почву будет ниже, чем в случае типичного хвостохранилища в условиях, отличных от условий вечной мерзлоты.

При проектировании хвостохранилища необходимо учитывать такие факторы, как сейсмическую активность территории, состав и свойства грунтов, а также наличие многолетнемерзлых пород.

Месторождение Песчанка и прилегающая к нему территория находится под влиянием сейсмической зоны хребтов Черского протяженностью около 8 тыс. км. В районе месторождения Песчанка, на удалении 100 км от объекта, за период с 1928 г. по сентябрь 2015 г. землетрясений с магнитудой  $M > 5$  не зарегистрировано, но произошло землетрясение магнитудой 5,2 к юго-востоку от Проектной площадки в апреле 2009 года на глубине 10 км [2, с.75]. Таким образом, при выполнении проектных работ в отношении рудника и связанных с ним объектов необходимо предусмотреть учет риска возникновения землетрясений.

Согласно техническому заданию, допускается, что тело насыпи формируется в зимнее время из мерзлого грунта. Это позволит снизить фильтрацию жидких продуктов переработки из хвостохранилища через тело дамбы. Важной геологической особенностью грунтов в основании хвостохранилища, которую необходимо учитывать при расчетах, является их повышенная температура по отношению к окружающей территории. Данный факт объясняется длительным отепляющим действием водотока, на участке строительства насыпи-дамбы.

Очевидно, что при отепляющем воздействии на основание насыпи-дамбы произойдет ухудшение прочностных и увеличение деформационных характеристик мерзлых грунтов в верхней части разреза. С течением времени за счет фазовых переходов произойдет их усадка с возможной деформацией тела дамбы. Также необходимо оценивать риски возникновения фильтрации под телом дамбы в трещиноватом массиве при оттаивании мерзлого основания.

При выборе расчетной схемы не была учтена смена температуры в течении года, при котором происходит оттаивание грунтов. Также роль играет потепление климата, повышение среднегодовой температуры в течении последующих лет при строительстве и эксплуатации хвостохранилища. Следует отметить, что экстремальные климатические условия на участке реализации проекта приводят к возникновению различных эрозионных процессов, включая флювиальную эрозию и плоскостной смыл, термоэрозию в комплексе с морозным пучением и мерзлотной трещиноватостью, солифлюкцией и крипом, а также болотообразование.

### Литература

1. ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ (ВНИИ ВОДГЕО) ГОССТРОЯ СССР «Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности, г. Москва, 1986 г.



2. Технический отчет «Проект освоения медного месторождения Песчанка, Чукотский АО, 2019. Предварительная экологическая и социальная оценка», Баимская горно-добывающая компания, г. Москва, 2019г.



## ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ ОТРАСЛИ.

*Чихоткин А.В. (Китайский геологический университет (г. Ухань, Китай) e-mail:  
alexche86@gmail.com, Тел.: 8 964 551 34 17)*

### **Аннотация.**

В статье рассматривается механика разрушения горных пород алмазным инструментом и резцами *PDC* и их размещение на рабочем торце, с учетом гидродинамических процессов резания-скалывания горной породы и сопротивления среды. В данном случае под средой понимается влияние бурового раствора насыщенного продуктами разрушения, а также слой уже разрушенной, но еще не удаленной из зоны разрушения породы. Гидродинамический способ добычи полезных ископаемых. Проводится анализ электрического разрушения горных пород и работы универсального электроразрядного скважинного устройства.

**Ключевые слова:** Бурение, алмазная буровая коронка, *PDC*, буровое долото, гидродинамика разрушения горных пород, электроразрядное воздействие забойной зоны скважины.

На современном этапе развития техники геологоразведочного бурения, при достижении ее существенного совершенствования, проблема выявления резервов для повышения ее эффективности, приобретает особо важное значение. В комплексе задач, представляющих эту сложную проблему, немаловажное значение принадлежит вопросам влияния гидравлических процессов на повышение эффективности разрушения горных пород.

Известно влияние угла наклона секторов алмазной буровой коронки к забою [1], где при попадании жидкости под наклонную плоскость набегающей части сектора, за счет вращения снаряда, происходит вдавливание ее в разрушаемую горную породу, образуя вязкий гидравлический клин, тем самым активно разрушая забой и развивая сеть микротрещин тем самым увеличивая технико-экономические показатели производства буровых работ.

Проведенные нами исследования показали, что увеличение эффективности взаимодействия рабочего торца бурового долота с горной породой может быть достигнуто за счет усовершенствования расстановки режущих элементов на лопастях инструмента. Расстановка резцов в долоте производится таким образом, что разупрочнение горной породы происходит, в том числе, и за счет усиления гидродинамического воздействия потоком промывочной жидкости на забой.

Из расчетных значений следует ряд важных выводов о влиянии на глубину резания-скалывания породы резцом *PDC* таких параметров, как:

- передний угол резца  $\gamma_n$ ;
- угол поворота резца относительно направления резания-скалывания породы  $\varphi_r$ ;
- скорости резания-скалывания породы, определяемой как линейная скорость резца на забое скважины  $v_p^2$ .

Как следует из расчетов, повышение переднего отрицательного угла  $\gamma_n$  приводит к снижению глубины резания-скалывания породы за счет компенсации части осевого усилия реакцией среды (разрушаемой горной породы и бурового раствора, насыщенного образующимся шламом). Повышение угла поворота резца  $\varphi_r$  приводит к увеличению глубины резания-скалывания  $h$ , так как снижается сопротивление резанию-скалыванию





породы из-за уменьшения ширины борозды разрушения. Увеличение диаметра резца  $d$  снижает глубину резания-скалывания породы  $h$ .

Важным и новым в расчетах, является рассмотрение влияния линейной скорости резания-скалывания на глубину борозды разрушения.[2]

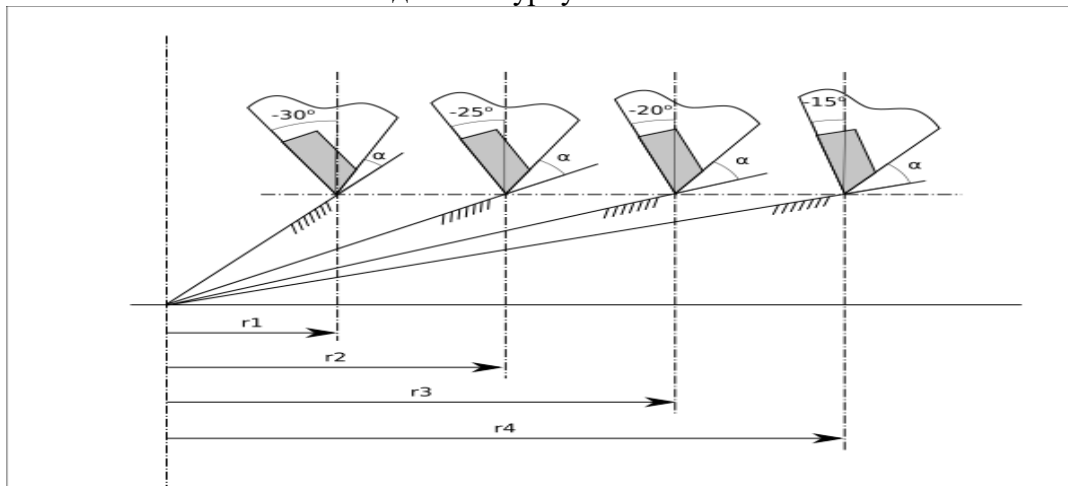
Полученная зависимость может использоваться при проектировании буровых долот с резцами PDC, для которых важным условием равномерного изнашивания резцов является равномерность резания-скалывания всеми резцами, расположенными в разных точках торцевой поверхности долота.

На основе исследований и опытных работ, нами была предложена конструкция [3], где режущие пластины PDC закреплены на лопастях от центра к периферии по двум симметричным логарифмическим спиралям с отрицательными передними углами, изменяющимися от минус  $30^\circ$  в центре до минус  $10^\circ$  на периферии с интервалом один градус в виде двух-заходной «резьбы», обеспечивающих интенсивный вынос продуктов разрушения забоя из зон резания, что способствует облегчению внедрения долота в забой и относительному уменьшению величины осевой нагрузки

Установка на лопастях бурового долота в диаметральной плоскости режущих пластин PDC под отрицательным передним углом от минус 30 до минус 10 градусов по логарифмической спирали с двукратным и более перекрытием зоны рабочего торца инструмента значительно повышает работоспособность долота и его ресурс за счет исключения на рабочем торце не перекрытых режущими элементами зон.

Спиралевидная с логарифмической формой расстановки режущих пластин схема, способствует более активному удалению продуктов разрушения из-под рабочего торца инструмента.

Установка пластин PDC под отрицательным передним углом от минус 30 до минус 10 градусов позволяет при бурении трещиноватых горных пород, плавно заходить в линию резания, снижая динамические нагрузки (вибрацию), что увеличивает ресурс работы. Промывочная жидкость, подаваемая на забой, под рабочий торец инструмента, попадая под наклонные плоскости пластин, при вращении инструмента, создает гидродинамический эффект. При этом промывочная жидкость под усилием, вдавливаясь в буримую горную породу разупрочняя ее, создавая обширную зону разрушения и предразрушения, увеличивая, тем самым механическую скорость бурения, эффективность и ресурс работы в перемежающихся по твердости горных породах от 4 до 9 категории по буримости, с одновременным снижением энергоемкости процесса разрушения забоя скважины и созданием турбулентного потока на забое скважины



Фиг.1. Схема изменения угла наклона режущего элемента в зависимости от радиуса установки на долоте.



Промывочная жидкость, подаваемая на забой, под рабочий торец инструмента, попадая под наклонные плоскости пластин, при вращении инструмента, создает гидродинамический эффект. При этом промывочная жидкость под усилием, вдавливаясь в буримую горную породу разупрочняя ее, создавая обширную зону разрушения и предразрушения, увеличивая, тем самым механическую скорость бурения, эффективность и ресурс работы в перемежающихся по твердости горных породах от 4 до 9 категории по буримости, с одновременным снижением энергоемкости процесса разрушения забоя скважины и созданием турбулентного потока на забое скважины.

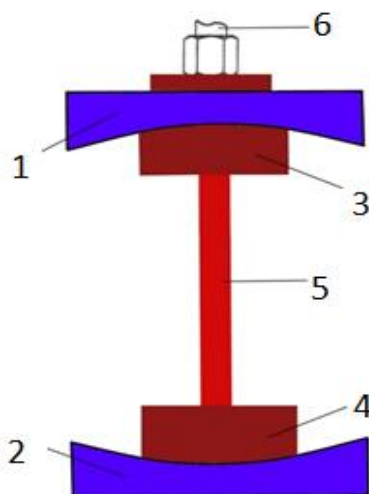
Итак, проведенные исследования позволили установить оптимальную геометрию расположения режущих элементов PDC на рабочем торце долота, обеспечивающую наиболее эффективное воздействие жидкости на забой скважины.

Проведенные исследования и анализ научных работ позволяет отметить то, что в последнее время все большую популярность набирает так называемое электрическое разрушение горных пород, основанное на воздействии на горную породу электрической энергии в виде электрического разряда, электромагнитного поля и т.д.

Отметим, что впервые эффект электрического разрушения горных пород открыл в 1933 и исследовал его, советский ученый Лев Александрович Юткин, по имени которого этот эффект и был назван.

Эффект Юткина или электрогидравлический эффект представляет собой высоковольтный электрический разряд в жидкой среде. Он вызывает различные физические явления, такие как, появление сверхвысоких импульсных гидравлических давлений (мощнейший гидроудар с локальным давлением выше ста тысяч атмосфер), электромагнитное излучение в широком спектре частот вплоть, при определенных условиях, до рентгеновского, кавитационные явления.[4]

На основе таких же принципов было разработано и предложено уникальное, и универсальное электроразрядное скважинное устройство.



Фиг.2. Универсально электроразрядное скважинное устройство.

От внешнего источника, напряжение, с положительным потенциалом, подается по кабелю к токоразрядному электроду 5, при этом стенки фильтровой колонны и продуктивный пласт имеют отрицательный потенциал. Создавая электрический разряд между ними, возникает электрогидравлический удар и волны высокого давления. Эти волны и давление воздействует на фильтровую колонну и продуктивный пласт, срывая с них кальматант и создавая условия увеличению дебета скважины. При этом,

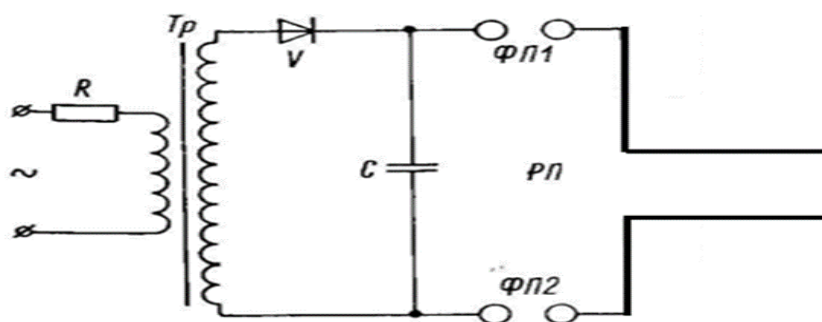


гидроударная волна, отражаясь от верхнего и нижнего диэлектрических отражателей – центраторов 1 и 2, закрепленных на ток непроводящих изоляционных фланцах 3 и 4, создавая волновой эффект, способствует увеличению продукта - отдачи пласта. Отражатели – центраторы 1 и 2, в процессе работы центрируют устройства по оси скважины, не давая токоразрядному электроду 5, соприкоснуться со стенкой фильтровой колоны, сохраняя расчетные значения, поддерживая заданный режим работы, длину и силу электрического разряда, и гидроударную волну.

Однако при более глубоком рассмотрении данной конструкции устройства, можно легко представить его в компоновке бурового снаряда с использованием как забойного разрушения горных пород за счет высоковольтного электрического разряда.

И как результат - нами был предложен новый способ бурения скважин за счет воздействия на забой высоковольтным электрическим разрядом.

Принципиальная схема электоразрядника [4] с применением, например, двух разрядников и увеличением крутизны фронтов импульсов, что сделало схему намного эффективнее и проще в настройке.



Фиг.3. Принципиальная схема электоразрядника

Где -R – зарядное сопротивление,

- Tr. – трансформатор, V – выпрямитель, ФП. – формирующий искровой промежуток, РА. – рабочий и искровой промежуток в жидкости, С – конденсатор, ФП1 и ФП2 – формирующий искровые промежутки 1 и 2.

Проведенные нами исследование в области гидродинамического воздействия на горные породы, позволяет отметить эффективность физики процесса разрушения.

Изучение физики разрушения горных пород, при воздействии на них различными гидродинамическими процессами, в настоящее время не ведется или ведется, но не активно, из-за размытости принадлежности к какому-либо научному фундаментальному вектору. Отсюда следует, что, для более глубоких и детальных исследований физических процессов, происходящих в момент разрушения твердых частиц тела при гидродинамическом воздействии на них, предлагается обозначить новый вектор научно технического развития в области геологоразведки.

### Литература

1. Н.В. Соловьев, В.Ф. Чихоткин и др. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологических условиях. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1997.
2. Нескоромных В.В., Борисов К.И. Аналитическое исследование процесса резания-скалывания горной породы долотом с режцами PDC // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т.323. – №1. – с. 191–195.



3. Буровое долото. Патент РФ № 2694872 от 17.07.2019.
4. Л. А. Юткин. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. — 253 с.



## УЧЕТ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ

*Шубина Д.Д.\* (МГРИ, ddshubina@gmail.com),  
Невечеря В.В. (МГРИ, nevecheryavv@mgri.ru), Фоменко И.К. (МГРИ,  
ifolga@gmail.com), Сироткина О.Н. (МГУ, onsirotkina@mail.ru)*

### Аннотация

В статье рассмотрены аспекты моделирования и оценки устойчивости склонов и откосов при учете изменения механических свойств грунтов за счет суффозионного выноса частиц. В качестве примера рассмотрен склон в селе Льялово Московской области, на котором парагенезис оползневых и суффозионных процессов представляет опасность для церкви Рождества Пресвятой Богородицы (1800 г.). Статья выполнена в рамках международного проекта IPL 238, посвященного проблемам оценки устойчивости склонов, входящих в сферу взаимодействия исторических природно-технических систем (ИПТС).

**Ключевые слова:** оползневая опасность; оценка устойчивости склонов; суффозия; культурное наследие; парагенезис экзогенных геологических процессов.

Одним из главных этапов выполнения работ по количественной оценке устойчивости склонов является схематизация при построении математической модели. Схематизация предполагает упрощение концептуальной модели до специализированной (геомеханической) схемы, способной в рамках поставленной задачи сохранить в должной мере адекватность полученной схемы и исходной концептуальной модели, а в конечном итоге – обеспечить с требуемой детальностью описание реального природного объекта. Цель специальной схематизации может быть выражена в виде следующего тезиса: максимальное упрощение при минимальной потере адекватности [4].

При расчётах устойчивости склонов в пределах исторических природно-технических систем (ИПТС) особый интерес представляет учет факторов, предопределяющих возможность оползнеобразования на изучаемом склоне. К таким факторам для ИПТС относят техногенно измененный рельеф, накопление техногенных грунтов, изменение режима поверхностного стока и др. В рамках единой системы эти факторы могут привести к активизации процесса оползнеобразования. При моделировании и оценке устойчивости склонов важно принимать во внимание возможное (прогнозное) изменение факторов оползнеобразования. В частности, подъем уровня грунтовых вод ведет к закономерному снижению коэффициента устойчивости. Также необходимо принимать во внимание возможные факторы, ведущие к снижению прочностных свойств грунтов. В случаях, когда основной деформируемый горизонт (ОДГ) представлен несвязными грунтами нужно принимать в расчет следующие варианты снижения несущей способности:

- первичной причиной более низкого значения угла внутреннего трения в пределах зоны ОДГ может являться тот факт, что генетически связанные пески и вышележащие суглинки могут не иметь четкой границы раздела и в переходной зоне, которая совпадает с ОДГ величина угла внутреннего трения грунтов, вследствие повышенного содержания глинистых частиц будет ниже;
- вторичной причиной снижения величины угла внутреннего трения флювиогляциальных песков может являться резкое повышение или понижение уровня грунтовых вод в окрестности склона. Как следствие, это может привести к резкому





возрастанию порового давления в песках. Влияние порового давления на сопротивление сдвигу описывается следующим уравнением:

$$\tau = (\sigma - u) \times \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (1),$$

где  $\tau$  – сопротивление сдвигу,  $u$  – поровое давление;  $\sigma$  – эффективные напряжения;  $\varphi$  – угол внутреннего трения;  $c$  – сцепление. Изменение величины порового давления, может быть учтено за счет изменения величины угла внутреннего трения. Например, если  $u=1/2\sigma$ ,  $\operatorname{tg} \varphi$  будет равен половине расчетного коэффициента трения грунтов основного деформируемого горизонта (ОДГ), [4].

• кроме того хорошо известно, что угол внутреннего трения песков зависит от плотности сложения. Учитывая суффозионную неустойчивость флювиогляциальных песков в зоне ОДГ, можно предположить, что в результате суффозии плотность песков и как следствие угол их внутреннего трения будут уменьшаться. Таким образом, вполне вероятно взаимосвязь оползневых процессов с суффозионным [5].

В качестве примера рассматривается парагенезис суффозионных и оползневых процессов на склоне вблизи церкви Рождества Пресвятой Богородицы (Рис. 1) в с. Льялово, Московской области.

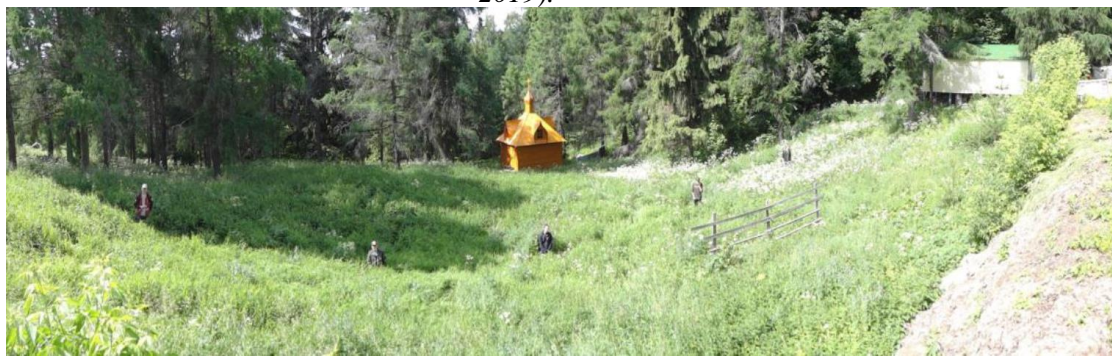


*Рисунок 1. Северный фасад церкви Рождества Пресвятой Богородицы (фото Д. Шубиной, 2019).*

Исследуемая территория расположена к северу от Москвы в районе Звенигорода. Рельеф здесь плого-холмистый, прорезанный сетью некрупных рек и ручьев. В геоморфологическом отношении территория расположена в пределах Клинско-Дмитровской гряды, сформированной конечной мореной Московского оледенения. Соответственно, в разрезе преобладают четвертичные моренные и флювиогляциальные отложения. Первый от поверхности стратиграфо-генетический комплекс представлен аллювиальными песками верхнеплейстоценового возраста (*aIII*). Исследуемый склон расположен на высоком правом берегу реки Клязьмы. Не далее чем в 30 м от церкви на склоне наблюдается уступ высотой около 1 – 1,5 м и значительное понижение – суффозионная воронка (Рис. 2, 3). У подножия склона есть выходы подземных вод горизонта флювиогляциальных песков и каптированный родник (объект религиозного значения).



**Рисунок 2.** Уступ суффозионной воронки на южном склоне с. Льялово (фото Д. Шубиной, 2019).



**Рисунок 3.** Суффозионная воронка на южном склоне с. Льялово (фото А.И. Полетаева, 2012).

Общая оценка механической суффозионной устойчивости песков изучаемой территории производилась по методике ВНИИГ [6]. Наибольший интерес в отношении суффозионной устойчивости и связи суффозии в песках с оползневым процессом представляют флювиогляциальные отложения московско-днепровского межледниковья (*Плд-мс*). Для количественной оценки интенсивности суффозионной опасности введен параметр степени суффозионности,  $\lambda$ , который определяется как разность между размером частиц грунта, определяемым по интегральной кривой гранулометрического состава при 5% обеспеченности, и максимальным размером частиц, выносимых фильтрационным потоком из грунта, в зависимости от максимального размера пор в грунте [7]. Согласно графикам гранулометрического состава и свойствам грунтов основного деформируемого горизонта рассчитанное значение  $\lambda$  составляет 0,203. Таким образом, по классификационным значениям показателя  $\lambda$  для суффозионной устойчивости грунтов флювиогляциальные пески на исследуемом склоне относятся к сильносуффозиозным [6]. На основании выполненного моделирования можно заключить, что в естественном состоянии склон устойчив ( $K_u > 2$ ) (Рис. 4). Однако, принимая во внимание рассмотренные выше причины снижения угла внутреннего трения, был выполнен расчет зависимости коэффициента устойчивости склона от угла внутреннего трения. В процессе моделирования было показано, что при угле внутреннего трения порядка 10 градусов склон теряет устойчивость.

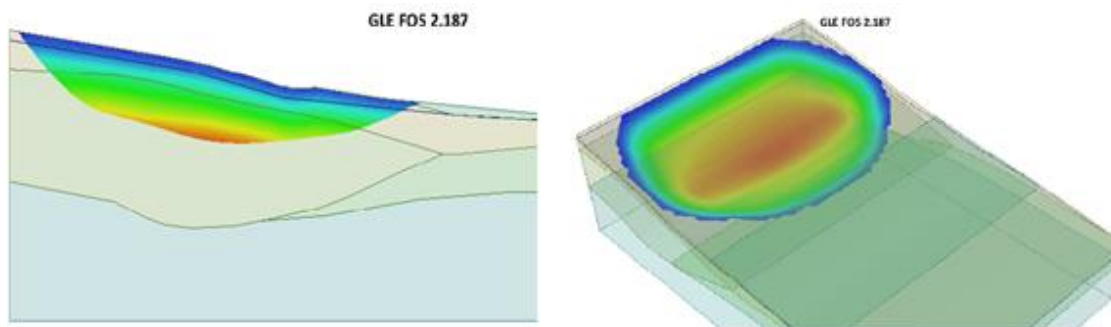


Рисунок 4. Результаты расчета устойчивости склона в сечении и 3D-постановке задачи.

#### Выводы

При оценке оползневой устойчивости и выдаче рекомендаций насчет мер по инженерной защите, даже при высоких значениях коэффициента устойчивости склона в естественном состоянии ( $K_u > 2$ ), следует учитывать парагенетически связанные экзогенные геологические процессы и их влияние на устойчивость склона. В рассматриваемом примере существенно увеличивает риск процесса оползнеобразования процесс суффозии, развивающийся из-за наличия флювиогляциальных песков в геологическом строении склона и источника разгрузки подземных вод у его подножия. Следовательно, проектирование мер инженерной защиты следует предусмотреть из-за уменьшения плотности флювиогляциальных песков в процессе суффозии и, как следствие, снижения угла внутреннего трения песков.

#### Литература

1. Буфеев Ф.К., Фоменко И.К., Сироткина О.Н. // Международный научно-исследовательский журнал, 2016, с. 127-133.
2. Зеркаль О.В., Фоменко И.К. // Оценка влияния анизотропии свойств грунтов на устойчивость склонов. Инженерные изыскания, Issue 9, 2013.
3. Пашкин Е.М., Каган А.А., Кривоногова Н.Ф. // Терминологический словарь-справочник по инженерной геологии. Москва: КДУ, 2011
4. Пендин В.В., Фоменко И.К. // Методология оценки и прогноза оползневой опасности. Москва: ЛЕНАНД, 2015.
5. Сироткина О. Н., Фоменко И. К. Суффозионные и оползневые процессы в районе Храма Рождества Пресвятой Богородицы (с. Льялово) // Материалы всероссийской научной конференции "Восточно-Европейская платформа: геология, неотектоника, геоморфология, под ред. Л. В. Паниной. Издательство "Перо", Москва, 2018, С. 25–30.
6. Панина Л. В., Зайцев В. А., Сироткина О.Н. и др. Чашниковская впадина и ее обрамление (геология, геоморфология, структурные особенности и современные геологические процессы) // МаксПресс г.Москва, 2017, 162 с.
7. Шубина Д.Д., Невечеря В.В., Сироткина О.Н., Фоменко И.К. Оползневые процессы как факторы разрушения объектов культурного наследия России // В сборнике: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации Материалы Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций. Москва, 2019. С. 451-458.
8. Igor Fomenko, Denis Gorobtsov, Daria Shubina, Fedor Bufejev, Landslide processes as a risk factor for Russian cultural heritage objects // Proceedings of 2018 PL Symposium on Landslides, Kyoto, Japan, The International Consortium on Landslides. Kyoto, Japan, 2018, pp 36-40.





## ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЧНОСТИ МЕЛА В СИЛЬНОВЫВЕТРЕЛОМ СОСТОЯНИИ

*Мишакина Д.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: mishakina6666@mail.ru),  
Мишунин С.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: mishuniun\_stepan@mail.ru),  
Овчинников А.В. (НИУ «БелГУ», e-mail: ovchinnikov@bsu.edu.ru)*

**Аннотация.** Меловой грунт относят к категории специфических. В кровле меловые массивы разрушены процессами выветривания до дисперсного глиноподобного состояния. Методом одноплоскостного среза по схеме неконсолидированного быстрого испытания установлены характеристики прочности мела: удельное сцепление и угол внутреннего трения. Выявлен характер изменения свойств прочности в зависимости от показателя текучести.

**Ключевые слова:** меловой грунт, метод одноплоскостного среза, неконсолидированный быстрый срез, показатель текучести, удельное сцепление, угол внутреннего трения.

Мел относится к специфическим элювиальным полускальным грунтам, для которых характерна значительная взаимосвязь механических характеристик, как от влажности, так и от степени выветрелости [1, 2]. Нарушение структурно-текстурных особенностей в меловом грунте ведет к резкому уменьшению его характеристик прочности. По результатам консолидированного медленного среза ранее установлено, что для скального мела естественной структуры, удельное сцепление составило 202 кПа, угол внутреннего трения – 33 градуса. Для мела нарушенной структуры: удельное сцепление уменьшилось до 28 кПа, угол внутреннего трения – 27 градусов [3].

В кровле меловых массивов Белгородской области выделяют дисперсную и щебенистую зону суммарной мощностью до 10 и более метров [4], в которых мел различной степени влажности сильно разрушен процессами выветривания и представляет собой либо глиноподобную массу с включениями мелких непрочных обломков коренного мела, или массив дресвяно-щебенистых обломков с глинистым (меловым) заполнителем до 50 %. Следовательно, мел, особенно в дисперсной зоне, можно рассматривать как глинистый грунт, прочностные свойства которого еще недостаточно изучены. Подобный меловой грунт имеет широкое распространение, залегает на небольшой глубине, часто имеет повышенную влажность. Поэтому, актуальным является проследить характер изменения удельного сцепления и угла внутреннего трения для сильновыветрелого мела в состоянии от тугопластичной до текучепластичной консистенции.

Материалом для исследования послужил мел месторождения «Зеленая Поляна» г. Белгорода, структурно-текстурные особенности которого были предварительно нарушены путем механического воздействия. Разрушенный мел высушен при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и просеян через сито с диаметром отверстий 2 мм.

Для получения заданного значения влажности в соответствии с ГОСТ [5] в чаше затворения к разрушенному мелу добавлялось расчетное количество воды для создания в меловом грунте необходимой консистенции.

Грунт тщательно перемешивался шпателем и из него отбиралась контрольная проба для определения влажности. Из подготовленного с необходимой влажностью грунта формировались образцы для механических испытаний методом одноплоскостного среза по схеме неконсолидированного быстрого среза [6].

Предварительно определены пределы пластичности, число пластичности исследуемого мела и плотность твердых частиц, а в дальнейшем для образцов с различной



консистенцией определялась плотность и рассчитывались физические характеристики [7, 8]. Физические свойства исследуемого грунта представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физические свойства мела в сильновыветреном состоянии

Показатель текучести, доли ед.	Влажность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Плотность скелета, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Коеф. пористости, доли ед.	Степень влажности, доли ед.
0,31	26,5	1,80	1,42	47,6	0,91	0,79
0,40	27,5	1,91	1,50	44,7	0,81	0,92
0,51	28,7	1,96	1,52	43,9	0,78	1,00
0,61	29,8	1,99	1,53	43,5	0,77	1,05
0,70	30,8	1,95	1,49	45,0	0,82	1,02
0,81	31,9	1,93	1,46	46,1	0,86	1,01

Механические характеристики определены на измерительно-вычислительном комплексе «Автоматизированные системы испытаний в строительстве» (ИВК АСИС-1) производства ООО «НПП «ГЕОТЕК». Использовалось автоматизированное статическое устройство одноплоскостного среза. Внешний вид устройства и строение срезной коробки представлено на рисунке 1.

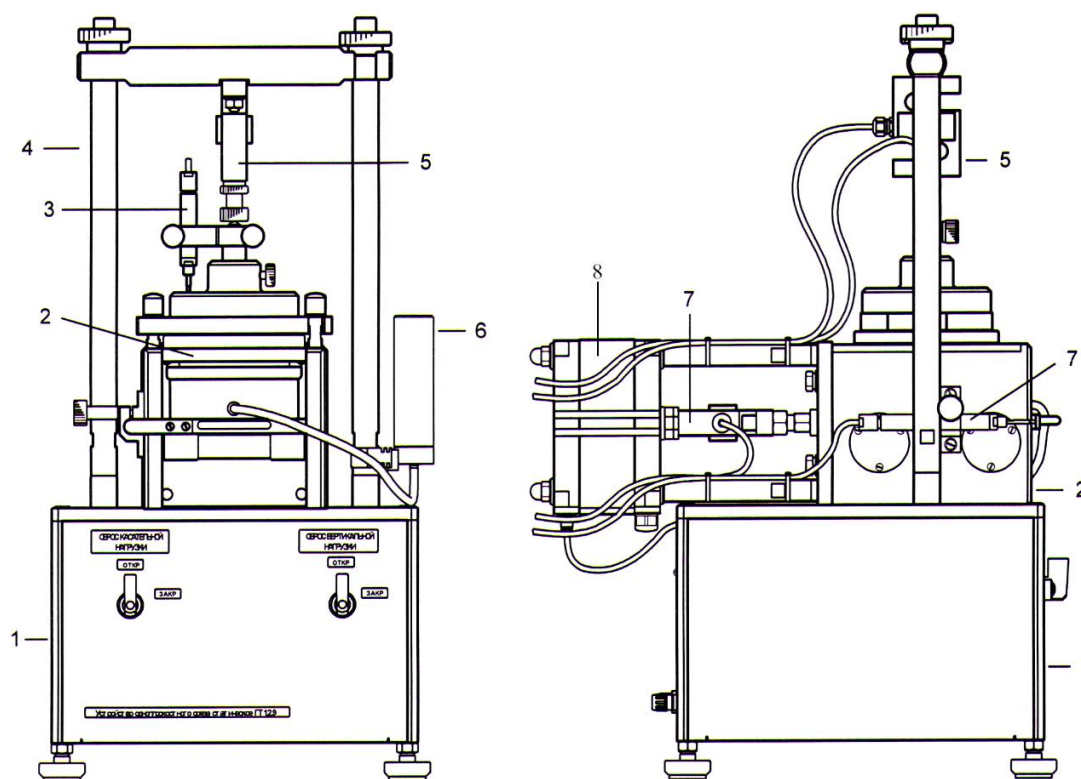


Рисунок 1. Внешний вид устройства одноплоскостного среза

- 1 – корпус; 2 – срезная коробка; 3, 7 – датчик линейных перемещений; 4 – рама;
- 5, 7 – датчик силы вертикального давления и касательной нагрузки; 6 – колба;
- 8 – пневмоцилиндр механизма создания касательной нагрузки

Образцы испытывались при нормальных давлениях: 0,05; 0,10; 0,15 МПа. Если происходило выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями коробки, то нормальное давление уменьшалось на 0,025 МПа [6].





Всего испытано более 20 образцов мела. Обработка результатов механических испытаний проводилась с использованием программы «АСИС Report». Установлены характеристики прочности для мела тугопластичной, мягкопластичной и текучепластичной консистенции.

В таблице 2 приведены результаты лабораторных исследований.

Таблица 2

Характеристики прочности мела в сильновыветрелом состоянии

Показатель текучести, доли ед.	Сопротивление срезу	
	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, кПа
0,31	45	72
0,40	37	8
0,51	31	4
0,61	9	6
0,70	9	5
0,81	6	16

Установлено, что при показателе текучести равном 0,31 степень влажности составила 0,79. Для мела в таком физическом состоянии характерен монотонный сдвиг с упрочнением, что видно на рисунке 2. При этом, сцепление оказалось равным 72 кПа, а угол внутреннего трения 45 градусов.

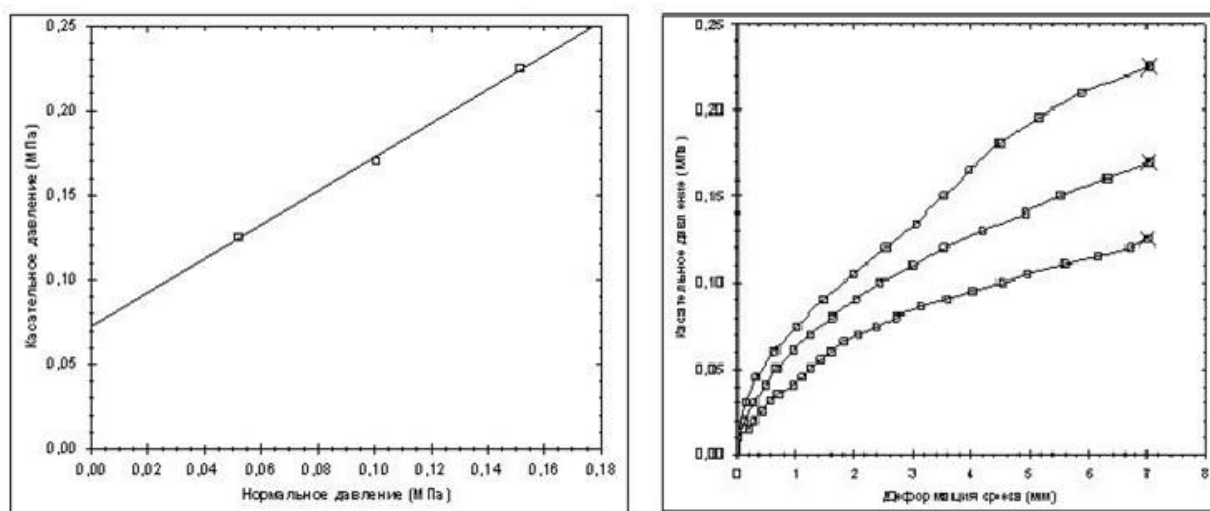


Рисунок 2. Графики зависимостей  $\tau = f(\sigma)$  слева и  $\Delta l = f(\tau)$  справа для мела при показателе текучести 0,31

При увеличении показателя текучести до 0,40 (степень влажности 0,92) наблюдается резкое уменьшение характеристик прочности: удельное сцепление – 8 кПа, а угол внутреннего трения – 37 градусов. Быстрое перемещение подвижной части срезной коробки наблюдается при деформации среза 2,5-3 мм. На рисунке 3 представлены графики зависимостей  $\tau = f(\sigma)$  и  $\Delta l = f(\tau)$ .

Увеличение влажности в меловом грунте приводит к еще более значительному уменьшению свойств прочности.

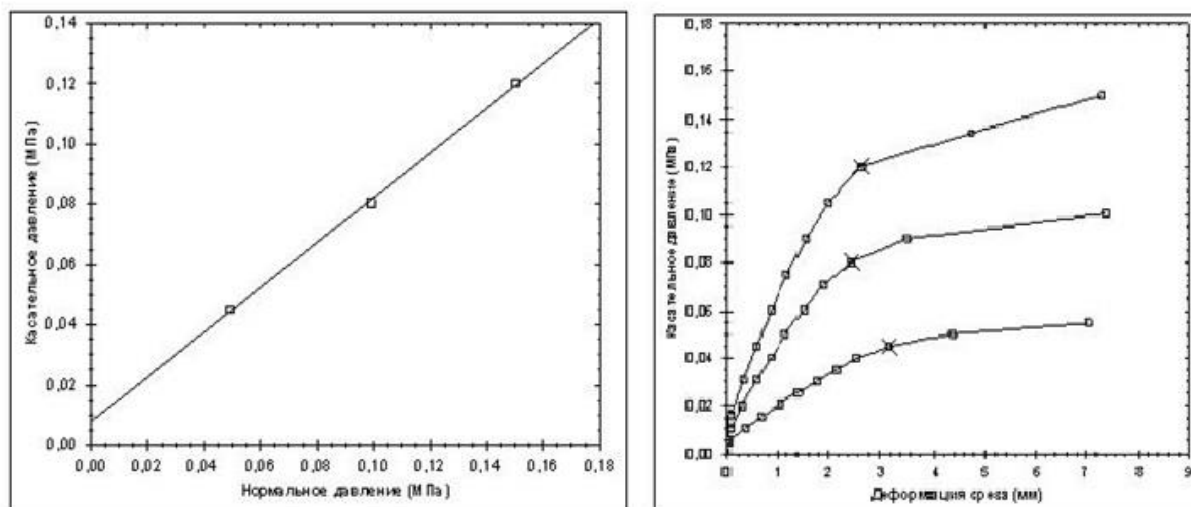


Рисунок 3. Графики зависимостей  $\tau = f(\sigma)$  слева и  $\Delta l = f(\tau)$  справа для мела при показателе текучести 0,40

Начиная с показателя консистенции 0,61 происходит активное выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, поэтому величина нормального давления уменьшалась. При показателе текучести 0,81 угол внутреннего трения приобретает минимальное значение (6 градусов) и стремится к нулю, и прочность грунта характеризуется удельным сцеплением (16 кПа).

В дальнейшем планируется продолжить данные исследования как методом одноплоскостного среза, так и методом трехосного сжатия.

### Литература

1. Горькова И.М., Душкина Н.А., Окнина Н.А., Рябичева К.Н., Сафохина И.А., Чепик В.Ф. Природа прочности и деформационные особенности мела и некоторых мелоподобных пород // Труды лаборатории гидротехнических проблем им. Ф.П. Саваренского. М.: АН СССР, 1962. Т. XLIV. 132 с.
2. Леонычев А.В. Проблемы использования мело-мергельных пород в качестве основания сооружений и их решение: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.02 / Леонычев Александр Васильевич. М. 1995. 48 с.
3. Овчинников А.В., Кучеренко А.П., Аладьин В.П. Прочностные характеристики мелового грунта, определенные по результатам испытаний методом одноплоскостного среза // Материалы II Всероссийской заочной (с международным участием) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Современные проблемы освоения недр». 2012. Белгород. С. 13-16.
4. Яковчук М.М., Овчинников А.В. Инженерно-геологические особенности меловых массивов в целях использования как оснований инженерных сооружений // Материалы X Международного симпозиума «Вопросы осушения, геологии, горных работ, геомеханики, промышленной гидротехники, геоинформатики и экологии». Белгород: ВИОГЕМ, 2009. С. 172-176.
5. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Москва: Стандартинформ, 2013. 15 с.



6. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Москва: МНТСК, 2011. 156 с.
7. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Москва: Стандартиформ, 2016. 19 с.
8. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. Москва: МНТСК, 2013. 79 с.



## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕЖДУРЕЧЬЯ КЗЫЛСУ-ПЯНДЖ РАЙОНА ХАМАДОНИ

Курбанов М.Д. (МГРИ, Москва, Россия, [turod.kurbanov@inbox.ru](mailto:turod.kurbanov@inbox.ru))

Черепанский М.М. (МГРИ, Москва, Россия, [vodamch@mail.ru](mailto:vodamch@mail.ru))

**Аннотация.** Дана характеристика природной обстановки и особенностей геологических и гидрогеологических условий одного из месторождений подземных вод в Юго-Западном Таджикистане междуречья Кзылсу-Пяндж (Кзылсу-Яхсуйская долина). Проведен фондовый анализ и самостоятельное наблюдение в исследуемом районе. Определены главные источники загрязнения подземных вод и существующие проблемы на данном участке.

**Ключевые слова:** месторождения подземных вод, фильтрационная неоднородность, источник загрязнения подземных вод, соль, ручной насос, орошения.

В административном отношении, участок исследований находится в районе Мир Сайид Али Хамадони (раньше Московский) Хатлонской области Республика Таджикистан (рис. 1).



Рис. 1. Административная карта района исследований [3].

Район исследований расположен в Юго-Западном Таджикистане в междуречье Кзылсу-Пяндж и приурочен к равнинной части Кзылсу-Яхсуйской долины.

Гидрогеологические исследования в данном районе выполнялись, начиная с середины прошлого столетия. Целью исследований были выявление месторождений подземных вод для водоснабжения крупных населенных пунктов и для полива орошаемых земель. Проводились также, исследования с целью определения источников загрязнения подземных вод, выполнения гидрогеологического районирования орошаемых территории и т.д.

Более 70 % населения района использует для своих нужд воды из скважин глубиной от 6-8 до 15 метров с помощью ручных насосов, так называемых «качалок», и оросительных каналов, которые по своим качественным показателям не соответствуют существующим санитарным нормам.

В долине реки Кзылсу-Яхсу были выявлены несколько месторождений подземных вод и одним из этих месторождений является «конус выноса р. Пяндж». Месторождение занимает всю площадь района исследований. Разрез представлен слабоводопроницаемыми супесями, суглинками и водопроницаемыми валунно-галечниковыми образованиями современного четвертичного возраста. В районе





исследований расположена гора Ходжа-Мумин, которая сложена каменными солями отложений верхней юры. Глубина залегания подземных вод изменяется в пределах от 0-3 до 20 м (Рис. 2.) [1]. Воды в основном напорные. Водоносные горизонты питаются за счет фильтрационных потерь ирригационных вод, фильтрации атмосферных осадков, потерь речных вод и притока подземных вод со стороны горного обрамления. Расходование воды происходит на суммарное испарение (температура воздуха летом обычно достигает 45-47 °С), дренажный отток в речную сеть и на родниковые выклинивание. Воды гидрокарбонатно-сульфатного, кальциево-магниевого, натриевого состава. Минерализация подземных вод от 0.2 до 51 г/л [4].

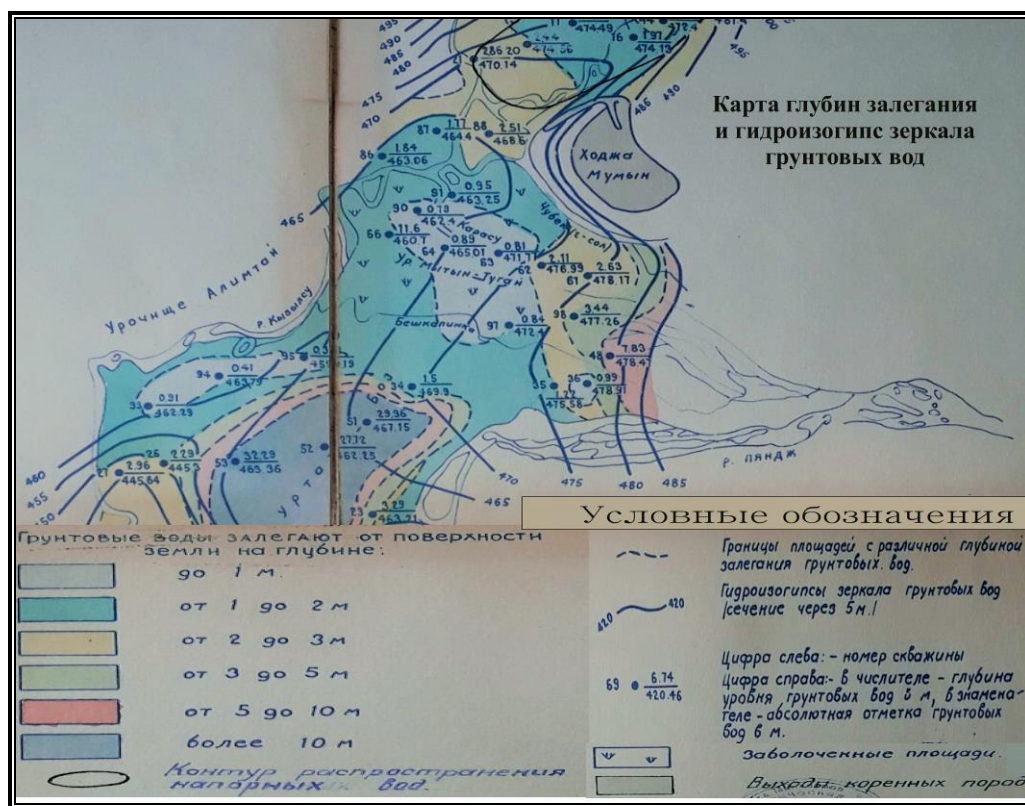


Рис. 2. Карта глубин залегания и гидроизогипс зеркала грунтовых вод масштабом 1:200000. (Антонова Н.А. 1966) [1]

В течение 70 лет в районе исследований идет интенсивное выращивание хлопка, пшеницы, риса и других видов сельскохозяйственной растительности, а также ведется скотоводство. Имеются данные, что за этот период подземные воды верхней части разреза загрязнены, и в первую очередь, загрязнение дошло до грунтовых вод. В качестве свидетельства служат воды из «качалок», которые могут быть солеными на вкус или совсем безвкусными и с запахом. К сожалению, по этим водам химические анализы не проводились. Также можно считать, что еще одним источником загрязнения подземных вод района исследований является солевые месторождения Ходжа-Мумин, которое находится в юго-восточной части района.

Главные проблемы, которые подтолкнули нас к изучению данного района являются, неоднородность химического состава подземных вод и разность фильтрационных свойств пород верхней части разреза на всей площади района.

В дальнейших исследованиях планируется подробнее охарактеризовать геологическое строение и гидрогеологические условия района, оценить фильтрационные неоднородности водоносных горизонтов, химический состав подземных вод, его





динамику. Выявить источники загрязнения подземных вод, создать схему районирования участков распространения загрязненных вод и разработать мероприятия по охране подземных вод исследуемого района.

### **Литературы**

1. Антонов Ю.И., Антонова И.А., Денисова М.А., Заикина Л.В., Русакова Р.Р., Калесник Н.И. Отчет по теме «Гидрогеологическое районирование орошаемых земель Юго-Западного Таджикистана для целей применения вертикального дренажа». Душанбе, 1966.
2. Геология СССР, том 24 «Таджикская ССР». М: «Гос. науч.-техн. изд-во лит. По геол. и охране недр», 1959, -735 с.
3. Гидрогеология СССР, том 41 «Таджикская ССР». М.: «Недра», 1972.
4. Каталог скважины. Фонд ЮГГЭ Таджикистан.
5. Отчет изучения базового проектирования по улучшению обеспечения питьевой водой населения района Хамадони Хатлонской области Республики Таджикистан. Декабрь, 2007.
6. Отчет проект улучшения водоснабжения населения района Мир Аайд Али Хамадони Хатлонской области (фаза II) Республики Таджикистан. Технико-экономическое обоснование. Декабрь, 2010.
7. Разыков Х., Наимов С. Отчет о результатах работ отряда по контролю за охраной подземных вод за период с 1969 по 1973 г.г. на территории Южно-Таджикской депрессии. Пос. Разведчик, 1974.

## **ИЗУЧЕНИЕ СЕЙСМОГЕННЫХ ОПОЛЗНЕЙ В ЮЖНЫХ КАРПАТАХ (РУМЫНИЯ) И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА В РОССИИ**

*Прасолов А.А. \* (НИУ МГСУ, ghfcjkjdfylhtq@yandex.ru)*



**Аннотация** Оползни являются широко распространёнными геологическими процессами, тем не менее, до сих пор их изучение является крайне трудной задачей. Это объясняется большим количеством факторов, приводящих к развитию данного процесса, среди которых сейсмичность является одним из ведущих. Учёт сейсмичности необходим для оценки опасности и риска оползневых процессов, однако для абсолютного большинства сооружений она учитывается только при достижении интенсивности 7 баллов и более по шкале МСК-64, в то время как сейсмичность во многих случаях действует как триггер оползневого процесса, поэтому даже незначительное воздействие может привести к потере устойчивости оползнеопасного склона. Цель данной работы – оценка сейсмического воздействия на оползневые склоны в Южных Карпатах и возможность использования этого опыта для оценки сейсмичности как триггерного фактора для западной и юго-западной частей России.

**Ключевые слова** Сейсмичность, сейсмоактивная зона Вранча, сейсмогенные оползни, инженерно-геологические расчёты, устойчивость оползнеопасных склонов

Сейсмичность является важной и очень распространённой причиной возникновения и развития оползневых процессов. Она рассматривается как стохастический природный процесс, что делает её дополнительным, значительно усложняющим фактором при оценке оползневого риска в рамках экономического, социального и экологического аспектов. Сейсмогенные оползни в Южных Карпатах (Румыния) относятся к оползням скольжения (Varnes, 1984) или скольжения инсеквентным (СП 420.1325800.2018). В ходе данной работы рассматривались оползни Коли-Алунис и Магуриси, расположенные на склоне горы Бузю в Румынии. Целью этих исследований было определение основных факторов, влияющих на оползневые процессы, и возможность использования методов для создания наиболее эффективной программы проведения мониторинга данных процессов. Полученные результаты могут позволить определить возможность развития оползней, вызванных землетрясениями в сейсмоактивной зоне Вранча в Восточных Карпатах, в том числе и для более дальних территорий, с уменьшением интенсивности землетрясений до 5-6 баллов, к которым относятся западная и юго-западная части Центральной России.

Количественная оценка сейсмогенных оползней в Южных Карпатах является актуальной проблемой в Румынии и её решением посвящены работы международных групп учёных (Constantin et al., 2010, 2013). Для этих оползней характерно следующее, регионально прослеживающееся геологическое строение. В основании оползней лежат прочные плотные песчаники палеоцен-эоценовой формации Таркау Наппе. Они перекрыты основным деформирующимся горизонтом, в составе которого выделяются лёгкие песчаные глины рупельского яруса (мягкопластичные в нижней части и тугопластичные в верхней) (фацция Клиуа), перекрытые рыхлыми пылеватыми песками хатского яруса олигоцена (фацция Коли). Именно в пределах этого горизонта развиваются глубокие инсеквентные оползни скольжения. Основными причинами возникновения и развития этих оползней являются сейсмическое воздействие и большое единовременное количество выпадающих атмосферных осадков.

Для оценки опасности оползневых склонов на нижерасположенные автомобильные дороги сначала необходимо определять механизм оползневого процесса и морфологию оползневого тела. Для этого была использована методика оценки расположения плоскости скольжения и количества оползневых блоков, созданная исследовательской группой PWRI в Цукубе, Япония (Ishida, 2007).

Методика PWRI заключается в выполнении следующих операций:



- разделение скользящей массы на несколько блоков;
- использование векторов смещения в точках измерения на поверхности земли вдоль основной линии профиля оползня, считая их параллельными скольжению плоскости;
- построение полиномов для соответствующих блоков и оценка формы скольжения поверхности;
- установка соответствующей линии раздела и подземной границы (точка пересечения различных форм плоскости скольжения) в соответствии с расчетной формой плоскости скольжения на основе полевой съемки.

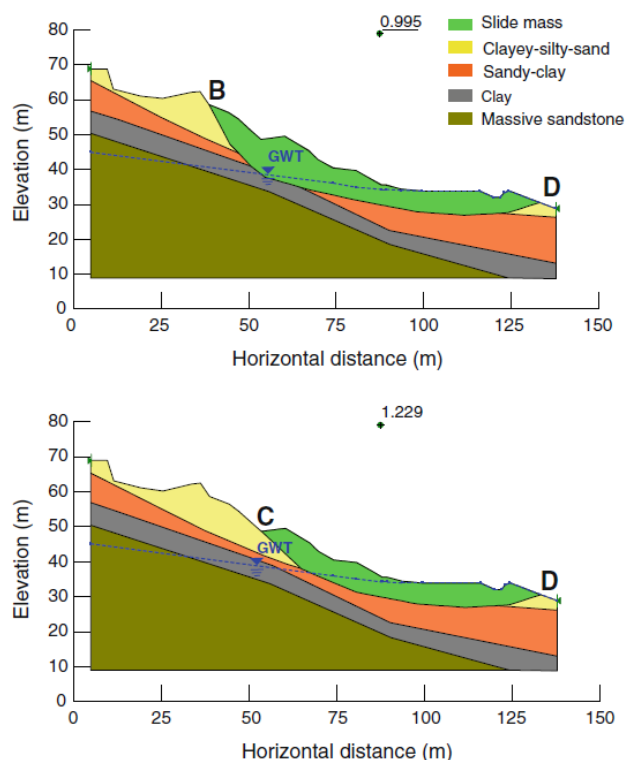
Исходными данными для этой программы являются профиль поверхности земли и координаты точек измерений, вектор смещения в точке измерения на поверхности земли и координаты точек деформации у верхней и нижней частей оползня.

Для изучаемых оползней в состав горизонтов, в которых развиваются основные деформации, входят рыхлые пылеватые пески хаттского яруса олигоцена (фации Клиуа) и лёгкие песчанистые глины рупельского яруса олигоцена (фации Коли). Для пылеватых песков фации Клиуа были определены следующие расчётные физические (плотностные и гидрофизические) и физико-механические свойства грунтов:  $\gamma=18,3$  кН/м<sup>3</sup> (для водонасыщенного  $\gamma=20,2$  кН/м<sup>3</sup>),  $\rho_s=2,55$  г/см<sup>3</sup>,  $e=0,858$ ,  $\varphi'=22$  °,  $C'=10$  кПа, для лёгких песчанистых глин фации Коли расчётные показатели следующие:  $\gamma=20,0$  кН/м<sup>3</sup>,  $I_p=21$  %,  $I_L=0,49$ ,  $\varphi'=14$  °,  $C'=9$  кПа (Constantin et al., 2010).

Для напряжений, возникающих при моделируемом землетрясении с коэффициентом сейсмичности  $K_s=a/g=0,26$  (по СП 14.13330.2018 оно более всего соответствует землетрясению интенсивностью 8,5 баллов) вкупе с возможным повышением уровня грунтовых вод были проведены расчёты устойчивости оползневого склона Коли-Алунис по методу Бишопа (Constantin et al., 2010) в программном комплексе GeoStudio (модуль Slope/W), а также при стандартных условиях (без сейсмичности и со средним установившимся уровнем грунтовых вод). При стандартных условиях коэффициент устойчивости оказался равен 1,229, а при дополнительных условиях - 0,995, что свидетельствует о значительном влиянии сейсмичности на возможную неустойчивость склона, притом, что при обычных воздействиях склон имеет высокое значение коэффициента устойчивости (рис. 1).

Для определения влияния атмосферных осадков исследовался оползень Магуриси, активизация которого происходила после продолжительных проливных дождей (Constantin et al., 2013). На этом участке была сооружена система из автоматизированных датчиков и волоконно-оптической системой контроля оползневых перемещений, определяющая их связь с количеством выпавших атмосферных осадков. Эта система была до этого использована в Западных Карпатах на оползне Граденбах (Австрия), где были большие волоконно-оптические штампы массой до 1,7 кг (Wollner et al., 2011).

Система измерений перемещений на оползне Магуриси состоит из двух экстензометров (т.е. одно обычное устройство с разрешением +/- 0,1 мм (ELS-7120) и одним оптоволоконным датчиком (ELS-1100-5), установленным через обычный, один рефлектометр (MW-9076), один регистратор данных (Logmaster EC-402-20), одну цифровую метеостанцию (Igox Pro X) и хост-компьютер (Constantin et al., 2013). Компьютер записывает оптические измерения волокна, отображает записанные данные регистратором, составляет графики и элементы управления оповещения на основе Alarm-системы.



**Рисунок 1.** Расчёты устойчивости оползня Коли-Алунис (верхний расчёт – с учётом сейсмичности и повышения уровня грунтовых вод, нижний - при стандартных условиях) (Constantin et al., 2010).

Главной особенностью волоконно-оптической системы является возможность не реагировать на удары молний, позволяя оценивать влияние только атмосферных осадков (при сравнении с обычными датчиками разница в перемещениях при грозах с осадками 20 и более мм за сутки составляла до 1 мм) (Constantin et al., 2013). В целом при осадках более 20 мм средние общие смещения оползня Магуриси (с учётом только влияния осадков) составляли 5-6 мм/сут.

Опыт исследования сейсмогенных оползней в Южных Карпатах может оказать значительную помощь при определении морфологических особенностей и механизмов образования оползневых процессов на территории РФ. Развитие сейсмических толчков в сейсмоактивной зоне Вранча с затуханием доходит до западных и юго-западных регионов Центральной России (на границах с Белоруссией и Украиной) с интенсивностью землетрясений до 6 баллов по картам ОСР-2015 (Брянская, Курская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская области), что может инициировать оползневой процесс для склонов, находящихся в предельном равновесии.

В качестве примера возникновения сейсмогенного оползня в районах малой сейсмичности можно привести случай в Катав-Ивановске (Челябинская область) в сентябре 2018 года, когда после сейсмических толчков в 6 и 5 баллов образовался вязкопластический оползень, протяжённость которого составила 760 м, ширина 40-80 м, глубина захвата пород оползнем 4-6 м (Спектор и др., 2018). Предположительно оползень спровоцирован оползнем (афтершоком) интенсивностью в 5 баллов 26.09.2018 после основного толчка в 6 баллов с эпицентром в 5 км от города. При этом по картам ОСР-2015, Катав-Ивановск имеет сейсмичность в 5 баллов по картам А, В и 6 баллов по картам С (такая же сейсмичность от возможных землетрясений на Урале доходит до восточной части Московской области в городах Шатура и Рошаль).

При этом по нормативным документам, связанным с инженерной защитой территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов (СП



116.13330.2012), учёт землетрясений (за исключением особо ответственных сооружений уровня ответственности 1а - гидротехнических, АЭС и т. д.) начинается только с 7 баллов, при этом минимальные нормированные значения коэффициента устойчивости оползнеопасных (обвалоопасных) склонов (с коэффициентом сочетания нагрузок 0,9) для сооружений 3 уровня ответственности (пониженного) равны 0,99, для 2 уровня (среднего) - 1,035, а для уровня 1б (повышенного) – 1,08 (пункты 5.2.2 и 5.2.3).

Кроме того, значительным показателем, влияющим на интенсивность сейсмического воздействия для оползневой активности, является его длительность. Таким образом, расчётная интенсивность землетрясения может увеличиться на 0,5 балла и более, что наиболее характерно для низкочастотных землетрясений с глубоким очагом, примером которого может являться сейсмоактивная зона Вранча в Восточных Карпатах. В пределах Москвы для участков с наиболее неблагоприятными грунтовыми условиями, как, например, в районе восточной части Воробьёвых гор у Андреевской набережной, в которых в настоящее время происходят активные глубинные подвижки в основных деформирующихся горизонтах, представленных средне-верхнеюрскими глинами келловейского и оксфордского ярусов, интенсивность землетрясений с поправкой может превышать 5 баллов (Павленко, 2017).

Таким образом, использованные зарубежные методики изучения сейсмогенных оползней в Южных Карпатах (PWRI, автоматизированные системы регистрации перемещений волоконно-оптическими датчиками) выявляют на начальных этапах морфологию и механизм оползневой активности для выбора методов расчёта устойчивости склонов. Показывается, что изучение влияния сейсмических явлений на оползневые процессы следует вести и для землетрясений в 5-6 баллов с длительным периодом колебаний грунтов для сооружений 1 и 2 уровня ответственности.

### Литература

1. Павленко О.В. Акселерограммы сценарного землетрясения в г. Москва в пунктах с различными грунтовыми условиями // Вопросы инженерной сейсмологии. 2017. № 4. С. 5-28.
2. Спектор С.В., Вожик А.А. Информационная сводка о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации за III квартал 2018 г. М.: Гидроспецгеология, 2018. 159 с.
3. Constantin M., Trandafir A.C., Jurchescu M.-C., Ciupitu C. Morphology and environmental impact of Coli-Alunis landslide (Curvature Carpathians), Romania // Environmental Earth Science. 2010. V. 59. P. 1569-1578.
4. Constantin M., Fujisawa K., Ishida K., Higuchi K., Vlaicu M., Jurchescu M.-C. Digital, automated and optical fiber systems used in displacement measurements of landslides in Romania // Environmental Engineering and Management Journal. 2013. V. 12. P. 2427-2434.
5. Ishida, K., Fujisawa, K., Kojima, S., Tanaka, H. Estimation Method of Slip Surface by Ground Surface Displacement, AGU Fall Meeting, 2007.
6. Varnes D. J. Landslide Hazard Zonation: A Review of Principle and Practice. Paris: UNESCO, 1984.
7. Wollner J., Woschitz H., Brunner F.K. Testing a large fiber optic strain-rosette, embedded in a landslide area, 8th Int. Symp. Field Measurements in Geomechanics, Berlin, Germany, September 12-16, 2011. CD. 18 p.





## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА РАСПОЛОЖЕНИЯ КОРОБКОВСКО-КОТОВСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)**

*Светашова К. Д. (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, г. Москва, 11999; Ленинские горы, офис 523*

*ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4; svetashova\_kseniya@mail.ru)*

**Аннотация:** приведена информация о техногенной нагрузке на территории Коробковско-Котовского нефтегазодобывающего комплекса. Установлено, что основными источниками техногенного воздействия являются нефтепромыслы: Котовское, Ломовское, Коробковское, Нижне-Коробковское, Ново-Коробковское. Описано состояние наземных экосистем, включая абиотическую (почвы, поверхностные воды и донные отложения) и биотическую (растительные остатки пшеницы) части. На базе сопряженного учета состояния литосферы и фитоценозов составлена среднemasштабная карта эколого-геохимического районирования нефтегазового комплекса, выявлена зона нарушенности экосистем «бедствие» в центральной и северо-восточной части территории.

**Ключевые слова:** эколого-геологические условия, трансформация, экологические функции литосферы, оценка, эколого-геодинамические условия, эколого-геохимические условия, эколого-геологическая система

Объектом исследования является участок расположения Коробковско-Котовских месторождений, который находится в пределах Приволжской возвышенности, где самой крупной рекой является Медведица, а самым крупным городом – Котово (Волгоградская область). Территория расположена на юго-восточном погружении Воронежской антеклизы, в восточной части Русской равнины. Горнодобывающая деятельность района относится к числу тех видов техногенного вмешательства, которые оказывают массивное воздействие на все природные компоненты, что соответственно чрезвычайно сильно отражается на ресурсном потенциале и качестве не только отведенного под нее геологического пространства, но и прилегающих территорий [2]. Основные нефтегазодобывающие комплексы: Котовское, Ломовское, Коробковское, Нижне-Коробковское, Ново-Коробковское [1].

Одним из основных источников техногенной нагрузки являются месторождения нефти и газа, на базе которых функционирует нефтегазоносный промысел (рис. 1). Наиболее крупным является Коробковское нефтегазодобывающее управление (НГДУ), расположенное западнее г. Котово. При разработке месторождений загрязнение на природную среду оказывают буровые растворы шламохранилища, утечки пластовой продукции из нефтепроводов и водопроводов при аварийных разливах, утечки при проведении профилактических работ на добывающих и нагнетательных скважинах, фильтрации нефти и пластовых вод из накопителей отходов, нефтеловушек, неуправляемое фонтанирование нефтью и высокоминерализованными водами при строительстве скважин [4].

Вторым источником техногенной нагрузки является сельское хозяйство с широко развитым земледелием, животноводством и птицеводством. Техногенная нагрузка обусловлена распахиванием полей, внесением удобрений и наличием отходов животноводства.



На селитебных территориях основными источниками загрязнения являются бытовые отходы, сточные воды, различные выбросы химических веществ мелкими производствами, свалки твердых бытовых отходов и т. д. Особую тревогу вызывают необустроенные свалки в днищах балок, не оборудованные каким-либо противодиффузионным экраном, на которых перехватывающие дамбы разрушены и инфильтрат по балке непосредственно поступает в р. Малая Казанка.

Транспортные территории являются источниками химического (поставляет в окружающую среду громадное количество ядовитых веществ), шумового и механического загрязнения.

Оценка техногенного воздействия будет происходить по видам производственной деятельности и по набору и характеру воздействий на определенный компонент (почвы, донные отложения, поверхностные воды, растительность), как по отдельности, так и в комплексе.

По исследованию четырех компонентов экогеосистемы на содержание химических элементов по ПДК, было выявлено множество превышений. Зафиксированы превышения ПДК в почве, донных отложениях, поверхностных водах и растительности по никелю (Ni), меди (Cu), свинцу (Pb), цинку (Zn), кадмию (Cd) и ванадию (V) (ПДК растительности по данному химическому элементу не имеется). Для оценки состояния почв и донных отложений составлены эколого-геологические карты с использованием суммарного показателя загрязнений. С увеличением содержания элементов-загрязнителей в почвах увеличивается концентрация элементов в растительных остатках пшеницы. Злаковые растения являются чутким индикатором состояния почв в условиях Русской равнины.

На основе анализа всей имеющейся эколого-геологической информации путем сопряженного учета состояния литосферы и растительности построена карта эколого-геохимического районирования территории Коробковско-Котовской группы нефтегазовых месторождений по состоянию на 2017г. масштаба 1:200 000 (рис. 1).

Разработана легенда карты эколого-геохимического районирования состоит из четырех блоков: I. Типизация ландшафтов; II. Критерии оценки состояния эколого-геологических условий; III. Функциональная организация территории; VI. Прочие обозначения (рис. 2) [3].

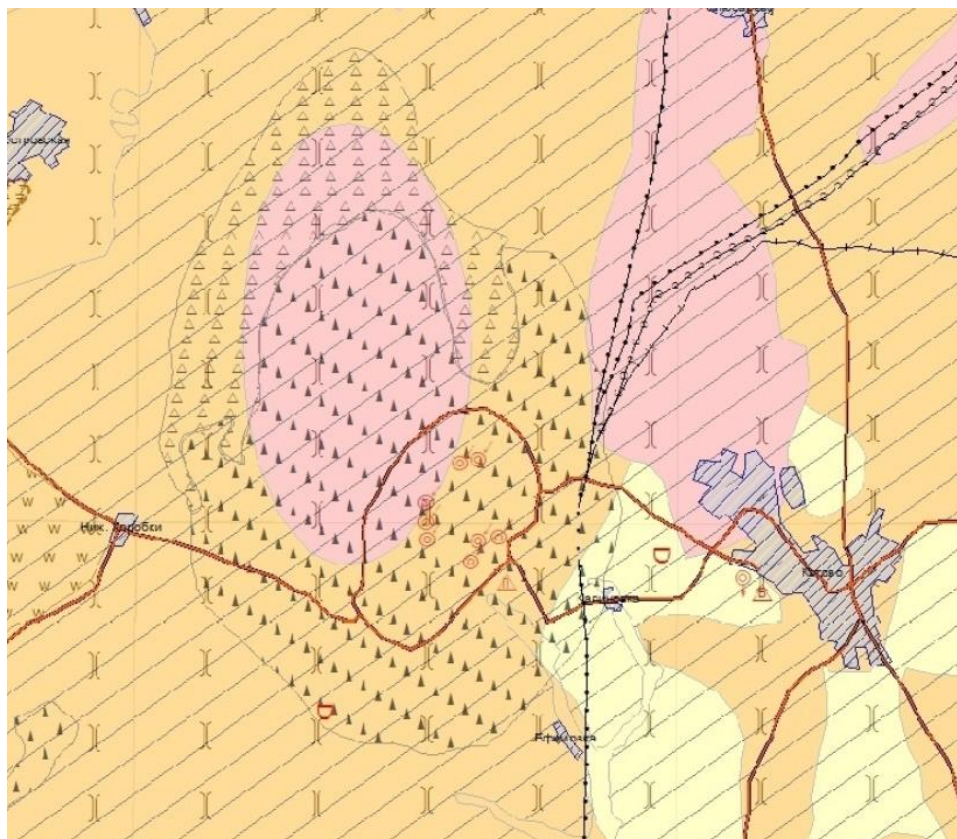
На описываемой площади эколого-геологическое состояние литосферы оценивается преимущественно как неудовлетворительное и катастрофическое, на территории всех горнодобывающих, селитебных и транспортных территорий.

В долине реки Медведицы также неудовлетворительное состояние. Кроме того, здесь слабая защищенность почв, что дает дополнительную нагрузку на составляющие части экосистемы.

В наиболее крупном населенном пункте г. Котово (южная его часть) – эколого-геологическое состояние неудовлетворительное по содержанию нормируемых компонентов в почве. Северная часть города относится к катастрофическому состоянию, из-за превышений концентраций тяжелых металлов в почвенном и растительном опробовании.

На карте отражены тенденции изменения факторов и процессов, определяющих неблагоприятное состояние экогеосистемы в целом.

На большей части площади участка исследований состояние оценивается как стабилизировавшееся.



*Рисунок 1. Эколого-геохимическое районирование территории Коробковско-Котовских месторождений по состоянию на 2017г.*




## I. Типизация ландшафтных систем и их геологической основы

Зоны:


I) суббореального типичного ландшафта

Подзоны:


1) сухостепная с южными черноземными почвами

 D1II-2 (наклонная, ярусная, субгоризонтальная равнина на осадочных породах)

2) сухостепная с темно-каштановыми, каштановыми частично солонцеватыми почвами

 D2II-2 (наклонные, ярусные, субгоризонтальные равнины на осадочных породах)

II) субаквального ландшафта

 плоская аллювиальная равнина и I надпойменная терраса (мелкозернистая, тонкозернистая, пески, суглинки, супеси)


## II. Критерии состояния эколого-геологических условий

Классы состояния эколого-геологических условий	Абиотические компоненты экосистемы			Биотический компонент экосистемы					Зоны нарушенности экосистем
	Почва	Донные отложения	Поверхностные воды	Растительность					
				Концентрация химических элементов в растительных остатках пшеницы, мг/кг (по СанПиН 2.3.2.560-96)					
Zс, суммарный показатель загрязнения (по СанПиН 2.1.7.1287-03)	ИЗВ, индекс загрязнения воды (по РД 5.2.24.643-2002)		Ni	Cu	Pb	Zn	Cd		
Условно-удовлетворительный	8 – 16	10 – 30	1 – 4	3 – 12	10 – 40	0,5 – 2	50 – 150	0,4 – 1,6	Риск
Неудовлетворительный	16 – 32	30 – 100	4 – 10	12 – 48	40 – 160	2 – 8	150 – 450	1,6 – 6,4	Кризис
Катастрофический	> 32	> 100	> 10	> 48	> 160	> 8	> 450	> 6,4	Бедствие

## III. Функциональная организация территории

I. Горнодобывающие территории

Сважинный тип добычи


 Скважины разведочные

 Скважины эксплуатируемые


Открытый тип добычи

 Карьеры до 50 (железная руда)

Прочие обозначения

 Участки захоронения жидких токсичных отходов

 Закачка попутных вод нефтепромыслов в недра

 Полигоны захоронения промышленных отходов бурения

II. Сельскохозяйственные территории


 Орошаемые поля

 Сенокосы и пастбища

 Неорошаемые пашни

III. Селитебные территории


 Населенные пункты


 Свалки бытовых отходов

 Отстойники

IV. Транспортные территории

 Газопровод

 Нефтепровод

 Железная дорога

 Автомобильные дороги

## IV. Прочие обозначения


 граница ландшафтов и морфоструктур

Рисунок 2. Условные обозначения к карте эколого-геохимического районирования Коробковско-Котовских месторождений по состоянию на 2017г.

## Литература

1. Нефтегазодобывающее управление «Коробковское» ООО «Лукойл-Нижевожскнефть» [Электронный ресурс] URL: <https://neftegaz.ru> (дата обращения 28.11.19)
2. Светашова К.Д., Харькина М.А., Опыт оценки экологического состояния северо-западной части Приволжской возвышенности, Инженерные изыскания в строительстве, Материалы докладов Четырнадцатой Общероссийской конференции изыскательских организаций, место издания ООО "Геомаркетинг" Москва, том 1, 2018, с. 131-136



3. Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г., Барабошкина Т. А., Жигалин А.Д., Харькина М. А. Эколого-геологические карты: теоретические основы и методика составления : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки ВПО "Геология" / под ред. В. Т. Трофимова. - Москва : Высш. шк., 2007. – 405 с.
4. Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г., Барабошкина Т. А., Жигалин А.Д., Харькина М. А. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / Под редакцией В. Т. Трофимова – М.: Изд-во «Ноосфера», 2006. -720 с.





## ПРОБЛЕМА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Алеева Р.Н. (МГРИ, rinataal96@mail.ru) Степанов А.В. (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru), Щерба В.А. (МГРИ, shcherba\_va@mail.ru)*

### **Аннотация**

и статье изучается проблема, касающаяся выбросов парниковых газов, указываются основные источники и структура выбросов этих газов в различных сферах антропогенной деятельности в России. Приведена характеристика неблагоприятных последствий, вызванных поступлениями парниковых газов в атмосферу, а также намечены возможные пути минимизации негативного воздействия этих газов.

### **Ключевые слова**

Парниковые газы, эмиссия парниковых газов, углекислый газ, метан, атмосфера, Парижское соглашение, Рамочная конвенция.

Согласно Парижскому соглашению в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, подписанному в 2016 году, обязательства по уменьшению выбросов парниковых газов берут на себя все страны независимо от степени их развития экономики, также нет определённых количественных обязательств по ограничению или понижению выбросов CO<sub>2</sub>. Каждое государства должно самостоятельно предопределить свою позицию в данной сфере. Российская Федерация сформировала российскую систему оценки, а также российский реестр углеродных единиц. При этом на данный момент проблеме выбросов парниковых газов в нашей стране уделяется недостаточное внимание.

Парниковые газы — газы с высочайшей прозрачностью в видимом спектре и с высочайшим поглощением в среднем и дальнем инфракрасном диапазонах. Наличие этих газов в атмосфере планеты приводит к парниковому эффекту. Основными парниковыми газами Земли являются водяной пар, углекислый газ, метан и озон (в порядке их оцениваемого влияния на тепловой баланс). Потенциально в парниковый эффект могут вносить вклад и антропогенные галогенированные углеводороды и оксиды азота, впрочем ввиду невысоких концентраций в атмосфере оценка их вклада проблематична. Оценка антропогенных выбросов парниковых газов выполняется по категориям источников и охватывает все виды парниковых газов. Они указаны в приложении А Киотского протокола: двуокись углерода (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), гидрофторуглероды, перфторуглероды, гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) и трифторид азота (NF<sub>3</sub>). Итоги оценки отражаются в кадастре, который каждый год представляется в секретариат Рамочной конвенции [1].

По сведениям кадастра, антропогенные выбросы парниковых газов на территории Российской Федерации в 2018 году составили 2,9 миллиардов тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента, или же 85,9% процента объема рассматриваемых выбросов в 1990 году (без учета поглощений парниковых газов в секторах землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства). Выбросы парниковых газов по секторам экономики представлены на рисунке 1. Ведущий источник выбросов парниковых газов в РФ – энергетический сектор, на который приходится больше 1/3 совокупных выбросов. Второе место занимает добыча угля, нефти и газа (16%), третье – промышленность и строительство (около 13%) [1].

В новом исследовании ВМО отмечается, что в 2018 году концентрация двуокиси углерода, которая считается главным долгоживущим парниковым газом в атмосфере,



достигла новых максимальных результатов: по сравнению с доиндустриальным уровнем она выросла на 147 процентов и достигла 407,8 частей на миллион. В 2017 году данный показатель составлял 405,5 частей на миллион. Эксперты отмечают, что увеличение значений CO<sub>2</sub> в период с 2017 по 2018 год было сопоставимо с подобным показателем в период с 2016 по 2017 год, но все же выше среднего значения за последнее десятилетие. Глобальные уровни CO<sub>2</sub> превысили условную пороговую отметку в 400 частей на миллион ещё в 2015 году [1].

«Следует напомнить о том, что в последний раз Земля столкнулась с сопоставимым уровнем концентрации CO<sub>2</sub> 3-5 миллионов лет назад. Тогда температура была на 2-3°C выше, а уровень моря - на 10-20 метров выше, чем сейчас», - отметил глава Всемирной метеорологической организации. С 1990 года в результате влияния долгоживущих парниковых газов суммарное радиационное воздействие, оказывающее антропогенное влияние на потепление климата, увеличилось на 43 процента. На долю CO<sub>2</sub> приходится около 80 процентов этого прироста. При этом в атмосфере CO<sub>2</sub> остаётся на протяжении нескольких столетий, а в Мировом океане – ещё дольше.



**Рисунок 1.** Структура выбросов парниковых газов в России по секторам в % [1].

Концентрация метана – второго по значимости долгоживущего парникового газа, который составляет примерно 17 процентов радиационного воздействия. Около 40 процентов метана попадает в атмосферу из естественных источников, например, из водно-болотных угодий и термитников, а порядка 60% - в результате деятельности человека, такой как, например, животноводство, производство риса, потребление ископаемых видов топлива, захоронение отходов и сжигание биомассы. Концентрация метана в атмосфере достигла в 2018 году нового максимума на уровне примерно 1869 частей на миллиард и сейчас составляет 259 процентов от доиндустриального уровня. Темпы роста концентрации CH<sub>4</sub> в период с 2017 по 2018 год были выше, чем в 2016 - 2017 годах, а также превысили средние темпы роста за последнее десятилетие [5].

Концентрация закиси азота, также поступающей в атмосферу как из естественных источников - около 60 процентов, так и из антропогенных – достигается почти 40 процентов. Она является следствием сжигания биомассы, использования удобрений и различного промышленного производства. Концентрация закиси азота в атмосфере в 2018 году составила 331.1 частей на миллиард. Это -123 процента по отношению к доиндустриальным уровням. Содержание закиси азота в 2017 – 2018 гг. было более



высоким, чем в период с 2016 по 2017 гг. Этот показатель превышает средние значения за последние 10 лет. Закись азота разрушает стратосферный озоновый слой, который защищает нас от пагубного воздействия ультрафиолетовых солнечных лучей. На нее приходится около 6 процентов от объема радиационного воздействия долгоживущих парниковых газов [4].

Одним из главных следствий парникового эффекта является потепление климата Земли. Непосредственно это выражается в:

- Увеличение уровня испаряемости воды в океанах;
- активное таяние ледников, смена климатических зон, что приводит к уменьшению отражающей способности поверхности Земли, ледников и водоёмов;
- разложение соединений воды и метана, которые располагаются около полюсов;
- замедление течений;
- изменение структуры экосистемы, исчезновение популяций множества животных, расширение среды обитания тропических микроорганизмов [2].

Рекомендованные направления политики и меры по уменьшению выбросов парниковых газов, определенные в Киотском протоколе, включают в себя:

- Повышение производительности применения энергии в надлежащих секторах государственной экономики.
- Охрана и увеличение свойства поглотителей и накопителей парниковых газов с учетом собственных обещаний по подходящим интернациональным природоохранным соглашениям; помощь оптимальным способам ведения лесного хозяйства, облесению и работ по восстановлению леса на устойчивой базе.
- Поощрение устойчивых форм сельского хозяйства в свете суждений, связанных с переменной климата.
- Содействие внедрению, проведение исследовательских работ, разработка и больше обширное внедрение свежих и возобновляемых видов энергии, технологий поглощения диоксида углерода и инноваторских экологически неопасных технологий.
- Постепенное уменьшение или же уничтожение рыночных диспропорций, фискальных стимулов, высвобождения от налогов и пошлин, и субсидий, противоречащих цели Конвенции, во всех секторах – источниках выбросов парниковых газов, и использование рыночных инструментов.
- Поощрение следующих реформ в надлежащих секторах в целях содействия претворению в жизнь политические деятели и мер, ограничивающих или же сокращающих выбросы парниковых газов.
- Меры по лимитированию или же уменьшению выбросов парниковых газов на транспорте [3].

Ограничение и/или сокращение выбросов метана методом рекуперации и применение при удалении отходов, а также при производстве, транспортировке и распределении энергии. Данные положения Протокола носят общий характер и предоставляют Сторонам возможность самостоятельно выбирать и реализовывать тот комплекс политики и мер, который станет в максимальной степени соответствовать национальным особенностям и приоритетам.

### **Выводы**

Мировое сообщество принимает меры по сдерживанию глобального потепления. Их можно разделить на несколько групп:

- сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за счет квотирования, совершенствования технологий производства, строительства очистных сооружений;



- освоение альтернативных источников энергии;
- совершенствование транспортных средств и сельскохозяйственных технологий;
- введение запрета на сжигание сельскохозяйственных отходов, поиск новых путей переработки биомассы.

Очевидно, осуществление этих мер в Российской Федерации будет способствовать минимизации негативного воздействия парниковых газов на биотическую и абиотическую составляющие экосистемы. Подводя итог, следует отметить, что, наибольший вклад в снижение выбросов парниковых газов в России можно реализовать за счёт использования современных технологий. В первую очередь необходимо снизить энергоёмкость различных отраслей промышленности. В настоящее время энергоёмкость экономики РФ выше среднемировой показатель в 2,3 раза, а средний показатель для государств Евросоюза – в 3,2 раза. Россия располагает значительным потенциалом сбережения потребляемой энергии. Этот потенциал оценивается в 39 – 47% текущего использования энергии, и, в основном, он приходится на выработку электроэнергии, передачу и распределение тепловой энергии, отрасли промышленности и непроизводительные потери энергии.

### Литература

1. Бочкарев В.А. Оценка выбросов парниковых газов предприятиями энергетики // В.А. Бочкарев, А.В. Бочкарева. Вестн. ИрГТУ. 2017. Т.21, № 2. С.85-95.
2. Буквич Р.М. Киотский протокол и активность России: механизмы сокращения выбросов парниковых газов // Р. М. Буквич, М. П. Воронов, В. П. Часовских. Эко-потенциал. 2015. № 2 (10). – С. 42– 54.
3. Буквич Р.М. Парниковый эффект и рыночные механизмы Киотского протокола. // Д.Р. Петрович, Вестник НГИЭИ (Vestnik NGIEI). 2017. № 1 (68). С. 139-158.
4. Нахутин А.И. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2015 гг. // А.И. Нахутин, М.Л. Гитарский, А.А. Романовская и др. М.: ИГКЭ Росгидромета и РАН. 2017.
5. Новости ООН. Парниковые газы продолжают накапливаться в атмосфере – новый рекорд [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://news.un.org/ru/story/2019/11/1367791> Дата обращения: 17.02.2020 г.



## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СОЛЕОТВАЛА

*Астапенко Т.С.\* (Белорусский национальный технический университет,  
astapenko.t@bntu.by)*

### **Аннотация**

Представлены результаты исследований новых способов складирования отходов обогащения при организации хвостовых хозяйств, позволяющих сократить рост площадей, используемых для размещения этих отходов. Данные исследования позволили установить закономерности развития инженерно-геологических процессов в галитовых отходах и дать оценку состояния пласт-плиты.

**Ключевые слова:** галитовые отходы, солеотвалы, шламохранилище, гидронамыв, инженерно-геологические свойства галитовых отходов.

Мировой спрос на калийную продукцию обуславливает ОАО «Беларуськалий» к интенсификации разработки Старобинского месторождения калийных солей, что увеличивает техногенную нагрузку на геологическую среду в районах работ калийных предприятий. Общепринятая организация хвостовых хозяйств при складировании галитовых и шламовых отходов соответственно в солеотвалы и шламохранилища является одной из причин техногенеза.

Основным мероприятием по недопущению осложнения техногенеза следует считать реализацию способов складирования отходов обогащения при организации хвостовых хозяйств в условиях отсутствия возможностей роста и резерва площадей под солеотвалы и шламохранилища. Особое внимания заслуживают мероприятия по использованию отработанных шламохранилищ в качестве оснований при расширении солеотвалов способом гидронамыва, которые способствуют сокращению изъятия дополнительных сельскохозяйственных площадей под солеотвалы.

В основе исследований возможности складирования солеотходов (далее – галитовых отходов) на участке отработанного шламохранилища ЗРУ лежит оценка и практический опыт реализации проекта формирования солеотвала способом гидронамыва на отработанном шламохранилище в условиях ЗРУ.

Галитовые отходы калийного производства в результате процессов уплотнения имеют ряд особенностей, связанные с наличием в их составе водорастворимых солей и наличием в их поровом пространстве высокоминерализованных рассолов. Галитовые отходы, складываемые в солеотвалы, представляют рыхлую трехфазную систему, состоящую из смеси твердых минеральных частиц, насыщенных рассолов и различного рода газов.

Анализ изучения химического состава галитовых отходов при флотационном методе обогащения [1-4] показывает, что преобладающую роль в них играет NaCl с небольшими примесями KCl и других солей, нерастворимого остатка, представленного преимущественно глинистой фракцией, в составе которой содержатся в основном гидрослюды, хлориты и иногда смешаннослойные образования хлорит-монтмориллонитового и хлорит-вермикулитового типов.

Анализ исследований [1-4] показывает, что наличие в основании солеотвала экранов даже с низкими значениями коэффициентов фильтрации не исключает процессы дегидратации и поступление рассолов через основание солеотвала, а лишь растягивает их во времени. Большая часть выделяющегося рассола мигрирует через краевые части солеотвала. В связи с высокими прочностными свойствами галитовых отходов, деформации откосов отвалов, связанные с действием гидростатических и





гидродинамических сил, имеют небольшое распространение и характеризуются проявлениями в виде периодически встречающихся оползневых явлений.

Оценка устойчивости солеотвала на разных стадиях его эксплуатации должна проводиться с учетом свойств формирующих его образований и слагающих основание грунтов. Свежеотсыпанные галитовые отходы в начале формирования солеотвала характеризуются практически отсутствием сцепления, обусловленного только трением. Впоследствии галитовые отходы преобразуются в прочную цементированную породу. Галитовые отходы деформируются в результате хрупкого разрушения с отчетливым проявлением эффекта остаточной прочности.

С целью оценки формирования способом гидронамыва солеотвала из галитовых отходов на участке отработанного шламохранилища 2РУ исследуется напряженно-деформированное состояние системы «солеотвал – шламохранилище», рассматривая прикладную техническую задачу с позиции намывного сооружения на деформируемое основание. Для решения поставленной прикладной задачи рассматривается модель шламохранилища на упругом основании, на поверхность которого, послойно намываются галитовые отходы. Ограничения по контуру шламохранилища – дамбы (рисунок 1).

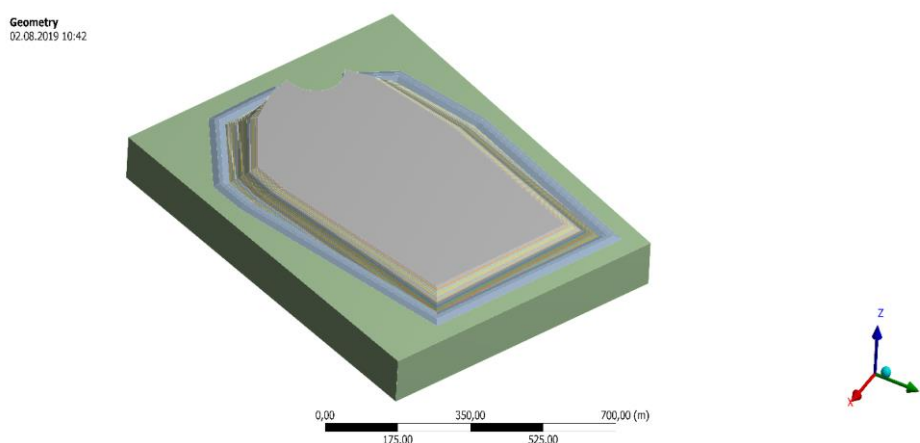


Рисунок 1. Модель системы «солеотвал – шламохранилище»

Процесс намыва должен обеспечивать равномерное заполнение яруса в течение всего периода намыва. С этой целью требуется производить маркшейдерскую съемку яруса с указанием угла формирования яруса.

Для обеспечения бесперебойного складирования галитовых отходов, следует иметь две рабочие зоны намыва. Формирование контура намыва от ограждающей дамбы следует производить на расстоянии от солеотвала до уреза рассола не менее 35 м. Вдоль ограждающей дамбы по периметру формируемого солеотвала и подошвой пласт-плиты следует предусмотреть разрыв 10-15 м, а на участках наращивания дамб – усиление их бермами шириной не менее 10 м. Гидронамыв галитовых отходов следует осуществлять поэтапно в пределах отдельных зон, ограниченных по периметру ограждающими валами. Необходимо обеспечивать наклон намываемой поверхности пласт-плиты под углом не менее  $1,5^\circ$ , вышерасположенные намываемые поверхности по своему контуру должны иметь угол наклона не более  $35^\circ$ .

Общий вид исследуемого участка по складированию солеотходов на отработанном шламохранилище 2РУ ОАО «Беларуськалий» представлен на рисунке 2. Итогом исследований станет реализация складирования солеотходов способом гидронамыва на отработанное шламохранилище по аналогии с условиями 3РУ ОАО «Беларуськалий» (рисунок 3).



*Рисунок 2. Общий вид нового опытно-промышленного участка по складированию солеотходов на отработанном шламохранилище ЗРУ ОАО «Беларуськалий»*



*Рисунок 3. Реализация складирования солеотходов на отработанное шламохранилище ЗРУ ОАО «Беларуськалий»*

Реализация исследований по формированию солеотвала способом гидронамыва на участке отработанного шламохранилища ЗРУ ОАО «Беларуськалий» позволит снизить геоэкологические последствия при организации хвостовых хозяйств в условиях отсутствия возможностей роста и резерва площадей под солеотвалы и шламохранилища, и сократить изъятие дополнительных сельскохозяйственных площадей под солеотвалы в Солигорском горнопромышленном районе.

### Литература

1. Колпашников, Г.А. Техногенез и геологическая среда/ Г.А. Колпашников.– Минск: БНТУ. – 2006. – 182 с.
2. Смычник, А.Д. Геоэкология калийного производства/ А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет. – Минск: ЗАО «Юнипак». – 2005. – 204 с.
3. Кологривко, А.А. Прогнозирование физико-механических характеристик складированных гидронамывом солеотходов Усольского калийного комбината/ А.А. Кологривко // Новые идеи в науках о Земле: сб. материалов XIII междунар. науч.-практич. конф., Москва, 5-7 апр. 2017 г. : в 2 т. / Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. С. Орджоникидзе ; редкол.: В.И. Лисов, В.А. Косьянов, О.С. Брюховецкий. – Москва, 2017.– Т.1. – С. 356 – 357.
4. Кологривко, А.А. Влияние процессов конденсации в солеотвалах на прочностные свойства солеотходов/ А.А. Кологривко // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : материалы 13-ой Междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Тула, 2-3 нояб. 2017 г. : в 2 т. / Тул. гос. ун-т ; ред. : Р.А. Ковалев. – Тула, 2017.– Т. 1. – С. 83 – 88.



## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЩЕЛКОВО**

*Бань Е.Н. (МГРИ, ban\_e@bk.ru)*

### **Аннотация**

В исследуемом объекте расположены несколько промышленных предприятий, которые усугубляют экологическую ситуацию в городе.

Важным показателем экологического состояния территорий является загрязнение почв тяжелыми металлами, которые попадают в нее из различных источников, но в основном при реализации технических процессов крупными предприятиями. Разработка системы контроля за загрязнением почв населенных пунктов проводится с учетом функциональных зон города в разработанной программе апробации территории. Основными рекомендациями по санации почв в зонах загрязнения является проведение более тщательного изучения почв в точках превышения концентраций с последующим предложением мер по восстановлению.

### **Ключевые слова**

Урбанизированные территории, почва, тяжелые металлы, загрязнение, отбор проб, санация.

Изменение концентраций химических веществ в составе почв, в настоящее время является важной проблемой, к которой не всегда относятся с должным вниманием. Негативное воздействие в основном оказывается при эксплуатации транспорта или промышленных объектов, которые зачастую находятся в городах или непосредственной близости. Почвы занимают особое место в природных системах. Важнейшая из них - обеспечивающая жизненное пространство для человека и живых организмов. Также она способна накапливать, сохранять и перераспределять загрязнители, которые впоследствии негативно сказываются на растительность и здоровье людей.

Урбанизированные территории являются типом природно-технических систем, собирающих в себе максимальное разнообразие видов воздействия человека на почву. Многие районы и муниципальные образования включают целый набор актуальных экологических проблем, связанных со слабым или вовсе ошибочным пониманием городского, муниципального строительства, административного управления. Город Щелково является важной частью промышленности Московской области, в котором с каждым годом увеличивается количество жилых территорий и жителей. Следовательно, есть необходимость в выявлении загрязненных участков, а также разработке и проведении апробации почв вблизи промышленных зон для выявления изменений и возможном принятии дальнейших мер по санации.

Объектом исследования является город Щелково, расположенный в 15 км к северо-востоку от МКАД, являющийся одним из промышленных центров Подмосковья. В черте города расположены несколько промышленных предприятий, что усугубляет экологическую ситуацию на данной местности.

Важным показателем экологического состояния территорий является загрязнение почв тяжелыми металлами, которые попадают в нее из различных источников, но в основном при реализации технических процессов крупными предприятиями, такими как: ЗАО «Опытный механический завод НИИХИММАШ», ЗАО «Щелково Агрохим», ОАО «Щёлковское рудоуправление» и т.д. Для выявления данных объектов, был сделан анализ реестра предприятий, находящихся на территории города, а также разобраны жалобы горожан на состояния здоровья вблизи предприятий. Также основу выборки составила



информация, представленная «Федеральной службой по надзору в сфере природопользования» и «Народным экологическим контролем».

Методика для исследования почвенного покрова территории и показатели, подлежащие контролю, были составлены на основе государственных стандартов и методических указаний. Также были проанализированы некоторые статьи по данной тематике.

Отбор проб почв крайне важен для определения состояния территории. Загрязнения почв могут быть, как и весьма безобидными, так и приносящими вред здоровью человека, животных и растений, а также могут приводить к исчезновению некоторых популяций растений и животных на данной территории.

Контроль за загрязнением почв населенных пунктов проводится с учетом функциональных зон города. Места отбора проб предварительно отмечаются на картосхеме, отражающей структуру городского ландшафта. Пробная площадка должна располагаться на типичном для изучаемой территории месте. При выборе объектов в первую очередь исследуют почвы территорий повышенного риска воздействия на здоровье населения – детские, дошкольные, школьные и лечебные учреждения, селитебные территории.

Отбор проб на площадках для санитарно-экологического контроля имеет размеры для почв 100x100 метров. Точечные пробы отбирают на пробной площадке из одного или нескольких слоев, или горизонтов методом конверта, по диагонали или любым другим способом с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Количество точечных проб должно соответствовать ГОСТ 17.7.3.01-83.

При контроле за загрязнением почв промышленными источниками, площадки для отбора проб располагают на площади трехкратной величины санитарно-защитной зоны вдоль векторов розы ветров на расстоянии 100, 200, 300, 500, 1000, 2000 метров и более от источника загрязнения.

Основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК), или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве. Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества ( $K_c$ ), а также суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ). Чем ниже содержание гумуса, рН почвы и легче механический состав, тем опаснее ее загрязнение химическими веществами.

Все превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов получены при исследовании проб почвы земельных участков, отводимых под гражданское и промышленное строительство. Из исследуемых проб – 30% не соответствует гигиеническим нормативам. По микробиологическим показателям 25% проб являются «умеренно опасными» и «опасными».

Основными элементами загрязнения территории района можно выделить: Hg, Ag, Zn, Pb, Bi. Значения, превышающие ПДК этих элементов, располагаются локально, рядом с функционирующими предприятиями. Также на исследуемой территории по суммарному показателю загрязнения выделяется комплексная техногенная аномалия. Эта аномалия достигает значение  $Z_c$  134,1 и классифицируется, как чрезвычайно опасная. Она охватывает центральную часть города Щелково и состоит из Ag, Hg, Bi, Pb, Ni, а также имеет вариации с Mo.

Таким образом на территории города Щелково зафиксирован сильный уровень загрязнения почв по представленным веществам с наибольшим числом повторений в





центральной части города. Основными возможными источниками загрязнения данного характера, являются промышленность и транспорт. Так же в одной из зон города около Чкаловского аэродрома имеется нерешенная проблема загрязнения нефтепродуктами прилегающего района Щелкова.

Основными рекомендациями по санации почв в зонах загрязнения является проведение более тщательного изучения почв в зонах превышения. А именно вблизи аэродрома по химическим и микробиологическим показателям. Для этого необходимо обобщить и скорректировать зону предполагаемых исследований. При положительном результате необходимо воспользоваться методами биовентиляции с применением штаммов микроорганизмов или экстракционной очистки с применением поверхностно-активных веществ.

В городе Щелково находится значительное количество промышленных предприятий разных спецификаций и, как следствие, большая территория города находится под санитарно-защитными зонами. В качестве мероприятий, направленных на сохранение и улучшение состояния окружающей среды, предлагается более четкое разделение городской территории на зоны промышленного развития и селитебные для освобождения территории для жилого либо рекреационного освоения. Для данных задач возможно использовать такие планировочные мероприятия: уплотнение перспективных промышленно-коммунальных территорий, путем реорганизации пустующих производственных строений; сокращение СЗЗ, благоустройство территорий крупных предприятий, создание набережных на смежных с водоохраной зоной, озеленение и задернение, прилегающих к предприятиям территорий с целью снижения процесса накопления и миграции тяжёлых металлов и т.д.

Наряду с планировочными мероприятиями необходима модернизация технической части и процессов производства, а также провести проверку выявленных ранее предприятий надзорными органами в сфере экологии на соблюдение ими санитарных норм.

Для местности города, в которой ранее выявлено превышение показателей тяжёлых металлов в почве, необходимо провести ее санацию. Для проведения восстановления необходимо выбрать наиболее подходящий метод и разработать мероприятия по их применению. В основу методов могут входить: фиторекультивация, регулирование соотношений химических элементов в почве, создание рекультивационного слоя.

### **Литература**

1. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»
2. Информационный сайт города Щелково [Электронный ресурс] - Открытый доступ: <http://schel.ru/arhiv/arhiv07072011-3.php> - Дата обращения 25.02.2020г.
3. Электронная библиотека Studme [Электронный ресурс] - Открытый доступ: [https://studme.org/232399/ekologiya/otsenka\\_stepeni\\_z..](https://studme.org/232399/ekologiya/otsenka_stepeni_z..) - Дата обращения 25.02.2020г.





## ВЛИЯНИЕ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФАТОВ НА ПРОЦЕССЫ ЭВТРОФИКАЦИИ В ВОДОЁМАХ

*Бочко А.А. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23,  
aleks.bochko@mail.ru)*

*Брылов Д.С. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23,  
brylov.dmitrij@yandex.ru)*

**Аннотация:** Разработка месторождений полезных ископаемых и их дальнейшая переработка, и использование всегда влияет на окружающую среду и в большинстве случаев оказывает негативное влияние на гидрогеологические условия района добычи, переработки и применения. Большое влияние на окружающую среду, а в частности на гидросферу, оказывает сброс карьерных вод и вод шахтного отлива или смыв минеральных удобрений с полей в природные водоемы, что изменяет их кислотность, нарушает минеральный состав поверхностных вод и влияет на биологическое разнообразие в близлежащих водных объектах.

**Ключевые слова:** эвтрофикация, отвалы горных пород, Мировой океан, фосфаты, фосфор, минеральные удобрения, экологическая проблема.

Огромная масса вод Мирового океана формирует климат планеты, служит источником атмосферных осадков. Большая часть кислорода поступает в атмосферу из океана, и он же регулирует содержание углекислоты в атмосфере, так как способен поглощать ее избыток, в океанах ежегодно вылавливается миллионы тон рыбы и других морепродуктов. Мировой океан — это и протеин для голодающих, которых на земле миллионы, и новые лекарства для больных, вода для пустынь, энергия и минералы для промышленности, места отдыха.

Пожалуй, ни одна проблема не вызывает сейчас у человечества таких оживленных дискуссий, как проблема загрязнения Мирового океана. Последние десятилетия знаменуются усилением воздействия хозяйственной деятельности на морские экосистемы в результате загрязнения морей и океанов. Одна из самых серьезных экологических проблем заключается в том, что выпадающие в крупные водоёмы ручьи и реки несут с собой не только пестициды или тяжелые металлы, но и азот и фосфор, в больших количествах вымывающиеся из отвалов горных пород, а также смывающиеся с полей.

Большинство добывающих и горно-обогачительных фабрик являются водоемкими объектами промышленности и дестабилизируют экологические процессы гидросферы в зоне размещения. В процессе производства причиняется значительный ущерб водным



ресурсам за счет истощения запасов подземных вод при осушении и эксплуатации месторождений, в результате загрязнения поверхностных вод сбросами недостаточно очищенных шахтных, карьерных, промышленных и хозяйственнобытовых сточных вод, а также стоками ливневых и талых вод с промплощадок, отвалов, полотна железных и автомобильных дорог.

Откачиваемые из горных выработок воды часто содержат примеси глины, песка, кислот, солей, растворов (преимущественно буровых) и минералов, основной или сопутствующих пород, которые при попадании в реки, ручьи, болота (чаще всего шахтные, карьерные воды попадают именно сюда) и другие водные объекты вызывают их загрязнение [1]. Процесс загрязнения окружающей среды наблюдается и в отвалах горных пород, где идет интенсивный процесс разрушения, окисления минералов. Вместе с подотвальными водами в малые реки, ручьи и подземные воды попадает значительное количество окислов металлов, сульфидов, фосфатов, тяжелых металлов: цинка, меди, железа и т.д. (характер загрязнения и наличие определённых загрязнителей зависит от специализации горнодобывающего предприятия).

Добыча не только рудных полезных ископаемых оказывает значительное пагубное влияние на окружающую среду. Так, например, добыча, хранение и использование минеральных удобрений таких как фосфаты пагубно влияют на экосистему водных объектов, а в последствии и на здоровье человека. Естественный круговорот фосфора, как и многих других биогенных элементов, нарушается при антропогенном воздействии на биосферу. Например, при транспортировке продовольственной продукции на большие расстояния к потребителю вместе с ними перевозятся и содержащиеся в них биогенные вещества, в том числе и фосфор, извлеченные из почвы на месте выращивания культурных растений для производства продовольствия, обратно они не возвращаются. Но наиболее ощутимое вмешательство человека в естественный круговорот фосфора в биосфере заключается в добыче в промышленных масштабах фосфорных руд их переработке и производстве из них минеральных удобрений, моющих средств и других видов химической продукции.

Фосфатосодержащие вещества, содержащиеся в отвалах горных пород [2], канализационных стоках и животноводческих отходах, и смытые с полей неусвоенные растениями фосфорные удобрения нарушают естественный баланс веществ в водных экосистемах, создавая неблагоприятные условия для развития живых организмов,



последствиями такого загрязнения являются цветение и заболачивание водоёмов, изменение рН среды и даже вымирание экосистемы конкретного водного объекта.

В данной работе мы рассматриваем как антропогенное эвтрофирование водоёма ухудшает общее состояние экосистемы водного объекта и зачастую представляет опасность для человека. Токсины бурно развивающихся водорослей и сопутствующих им бактерий, оказывают на животных и людей большее негативное воздействие.

Под устойчивостью водного объекта к эвтрофированию можно принять способность экосистемы сохранять постоянными свои свойства и параметры режимов в условиях действующих природных и антропогенных факторов. Для оценки устойчивости системы можно воспользоваться показателем устойчивости, который можно рассчитать по формуле:

$$ПУ = \lg(ПН/КП_p)$$

Где, ПУ – это показатель устойчивости;

ПН – показатель накопления фосфат-ионов в донных отложениях, равный отношению концентраций фосфат-ионов в донных отложениях (мг/кг) к их концентрации в воде (мг/дм<sup>3</sup>).

Показатель  $КП_p$  – это кратность превышения рыбохозяйственного ПДК фосфат-ионов в исследуемом образце воды.

Для классификации экосистем водотоков по устойчивости к эвтрофикации, то есть по самоочищающей способности от фосфат-ионов, на основе формулы, предлагается таблица 1:

**Таблица 1.** Классификация экосистем водотоков по устойчивости к эвтрофикации

Класс качества	Характеристика устойчивости	ПУ
1	Очень устойчивые	10-9
2	Устойчивые	8-6
3	Умеренно-устойчивые	5-3
4	Слабоустойчивые	3-2
5	Неустойчивые	меньше 2



Для уменьшения антропогенного эвтрофирования и предотвращения загрязнения водоёмов хозяйственно-бытовыми стоками и стоками из под отвалов горных пород нужно применять обязательную очистку и дезинфекцию после использования воды в быту и для промышленного производства. Также следует соблюдать агротехнические правила при внесении минеральных удобрений в почву и применение их только в случае крайней необходимости. Все эти и другие меры способствуют восстановлению естественного круговорота фосфора в экосистемах и биосфере. Наблюдения, сделанные в процессе мониторинга экологического состояния Мирового океана, свидетельствуют о большом стоке фосфатов в водоёмы, способствующих бурному росту макрофитов и сине-зеленых водорослей (цианобактерий), которые продуцируют токсины, опасные для человека, рыб и животных [3].

Прежде неисчерпаемый ресурс - пресная чистая вода - становится исчерпаемым. Сегодня воды, пригодной для питья, промышленного производства и орошения, не хватает во многих районах мира. На сегодня нельзя не обращать внимания на эти вопросы, так как уже на нашем поколении скажутся все последствия загрязнения воды.

### Литература

1. Козило Ю.А., Скопинцева О.В., Ганова С.Д., Федотова В.П. Сорбционный метод очистки воды от примесей нефтепродуктов с помощью цеолита // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2020. - \$1. С. 250-259. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1-250-259.
2. Бузин А.А., Скрипка А.А., Скопинцева О.В. Испытание технологии обеспыливания с помощью температурно-активированной воды // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2020. - \$1. С. 39-48. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1-39-48.
3. Актульні проблеми геодезії, землеустрою, кадастру та ГІС; Збірник матеріалів студентської науково-практичної конференції, 15 травня 2018 р. – Одеса: Бондаренко М.О., 2018. – 258 с. ISBN 978-617-7613-19-9 («Екологічний стан прибережних вод Чорного моря» О.А. Бочко, В.О. Артемов).



## **МОНИТОРИНГ ЗА КОМПОНЕНТАМИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКОГО УЧАСТКА ГАЗОПРОВОДА «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК – 2»**

*Бочко А.А. (МГРИ, [aleks.bochko@mail.ru](mailto:aleks.bochko@mail.ru))  
Захаров А.А. (МГРИ, [necrostellar@mail.ru](mailto:necrostellar@mail.ru))  
Цымбал М.Н. (МГРИ, [cimbal\\_mar@mail.ru](mailto:cimbal_mar@mail.ru))*

**Аннотация:** несмотря на снижение внутреннего потребления «голубого» топлива из-за тёплой зимы в европейской части России, объёмы добываемого газа увеличились в 2019 году на 1,7%. Значительная часть добываемого топлива экспортируется, в том числе в страны Европейского союза. Экспорт газа – значительный источник поступления средств в российский бюджет. Уже в ближайшее время экспорт газа по газопроводу «Северный поток – 2» будет идти напрямую на европейский рынок с традиционно высокой доходностью, что важно для экономики России.

На основе анализа особенностей природных условий изучаемой территории и техногенных факторов воздействия предложена корректировка программы мониторинга за компонентами природной среды в период эксплуатации морского участка газопровода «Северный поток – 2».

**Ключевые слова:** газопровод, экологический мониторинг, природные компоненты, станции мониторинга.

На стыке 2019/2020 годов «Газпром» запустил газопроводы «Сила Сибири» и «Турецкий поток». В краткосрочной перспективе, расширяя Единую систему газоснабжения Российской Федерации, ООО «Газпром» планирует завершить строительство газопровода «Северный поток – 2».

«Северный поток – 2» – это газопровод, который будет проложен через Балтийское море до Германии и соединит крупнейшие месторождения природного газа России с экспортным рынком Европейского союза по наикратчайшему маршруту. Проект предусматривает строительство двух ниток морского газопровода с рабочим давлением 22,1 МПа. Пропускная способность газопровода (для 2 ниток) составит 55 млрд куб. м в год, постоянный внутренний диаметр 1153 миллиметра (48 дюймов). Планируемый срок эксплуатации газопровода – 50 лет.

Общая протяженность проектируемого газопровода составляет около 1230 км, подводный участок в пределах территориального моря Российской Федерации – около 114 км. Трасса газопровода проходит через Балтийское море от российского южного побережья Финского залива в районе Нарвской губы до побережья Германии в районе г. Грайфсвальд. Проектируемая трасса пересекает территориальное море России, Дании, Германии и проходит в исключительных экономических зонах Финляндии, Швеции, Дании и Германии.

Для планирования, строительства и последующей эксплуатации газопровода «Северный поток – 2» была создана компания Nord Stream 2 AG. Компания Nord Stream 2 AG строго соблюдает требования законодательства в области охраны окружающей среды в процессе проектирования, строительства и эксплуатации газопровода и прилагает все усилия для уменьшения потенциального воздействия на окружающую среду.





В докладе представлены результаты работ, полученные в ходе изысканий, выполненных компанией Nord Stream 2 AG, а также «Материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) проекта Nord Stream 2 для консультаций в рамках Конвенции Эспо» (отчет Эспо по проекту Nord Stream 2), находящиеся в открытом доступе. Информационной основой экологического мониторинга и контроля являются выполненные в 2015-2017 гг. инженерно-экологические изыскания по трассе трубопровода.

Мониторинговые наблюдения за компонентами природной среды в период эксплуатации морского участка газопровода «Северный поток – 2» решаются посредством создания сети мониторинга (станций наблюдения) [1]. В соответствии с программой мониторинга, сбор информации на морском участке предполагается вести за геологической и морской средами, биотой (планктонными сообществами, зообентосом, ихтиофауной, ихтиопланктоном, орнитофауной, морскими млекопитающими).

Несмотря на комплексный характер мониторинга, требуемого законодательством, компания приняла решение усилить его программу для работ по подготовке дна к трубоукладке, ведь именно эти мероприятия оказывают наибольшее влияние на морскую биоту.

Схема размещения станций мониторинга, периодичность и методика отбора проб, перечень измеряемых показателей определены в программе экологического мониторинга с учетом предполагаемого воздействия на природные компоненты и местоположения сети пунктов мониторинга, которая была установлена для стадии строительства (рис.1).

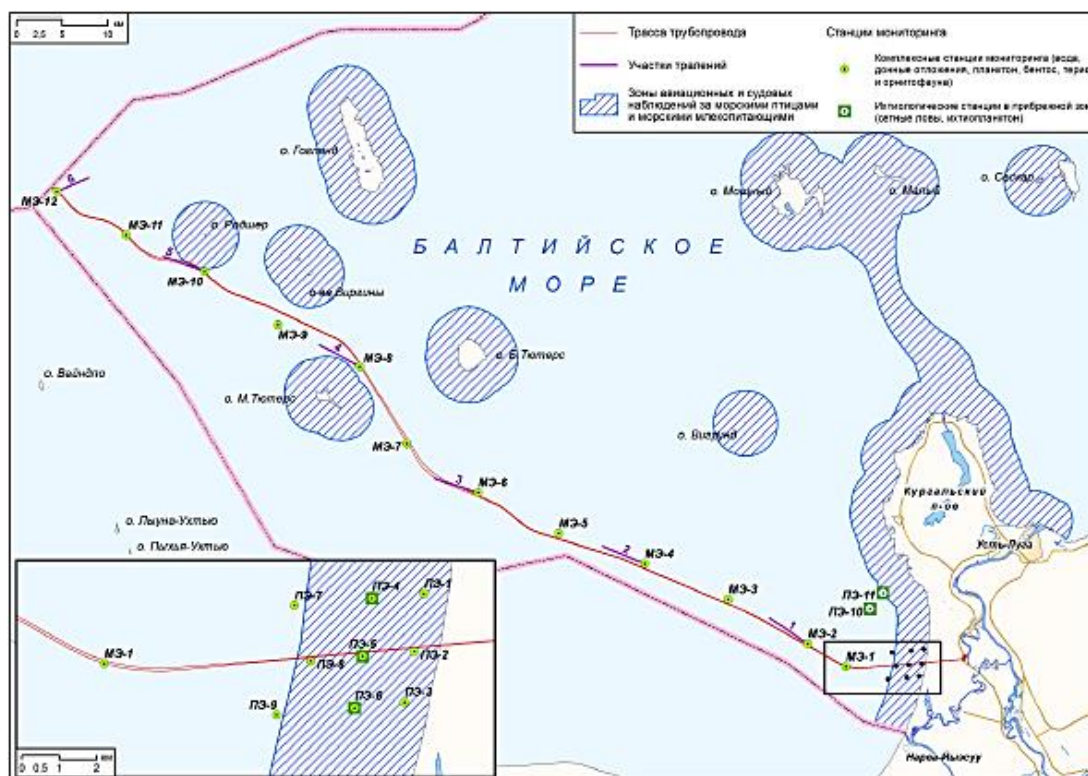


Рисунок 3 Схема размещения станций мониторинга при эксплуатации

В ходе исследования были изучены картографические материалы, в том числе карта грунтов и донных отложений (рис.2) и карта донных работ (рис.3).

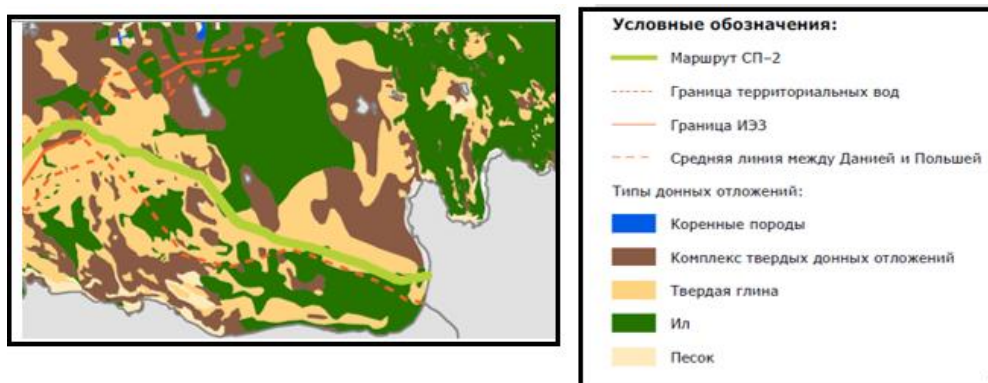


Рисунок 2 Карта грунтов и донных отложений в российском секторе

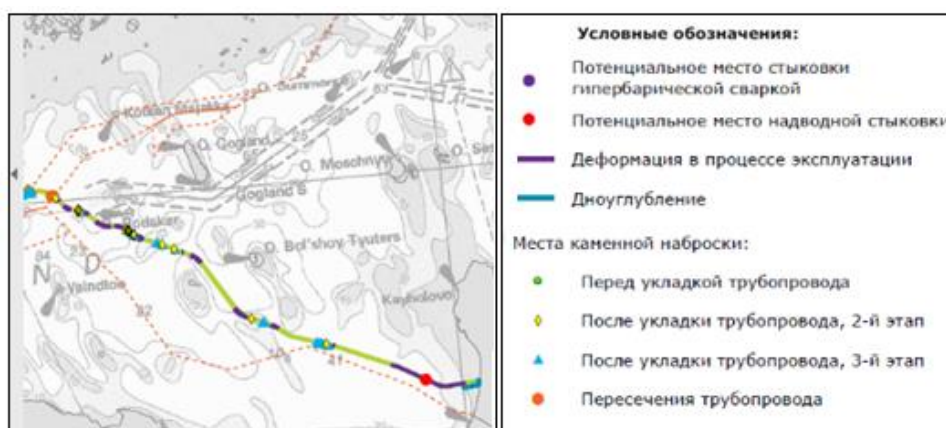


Рисунок 3 Карта донных работ в российском секторе

Предварительный анализ позволил выделить основные ключевые участки дна, которые максимально подвергаются воздействию донных работ и участки, которые испытывают минимальное воздействие [2].

Сопоставив имеющийся материал из разных источников можно сделать предварительный вывод: рекомендуется откорректировать расположение комплексных станций мониторинга с учетом особенностей функционирования газопровода таким образом, чтобы схема размещения станций мониторинга учитывала различные зоны влияния на компоненты природной среды.

Вместе с тем, важно понимать, что при мониторинге не всегда необходимо применение инструментальных методов определения загрязняющих веществ в воде (существуют хорошо зарекомендовавшие себя биоиндикационные методы). Кроме того, следует ожидать, что вариативность концентрации определяемых химических показателей в морской воде будет укладывается в пределы погрешности измерений [3].

### Выводы.

Для контроля влияния эксплуатации морского газопровода «Северный поток – 2» на окружающую среду при эксплуатации газопровода будет продолжен ряд наблюдений, проводимых во время строительства. Предварительный анализ природных условий территории и факторов антропогенного воздействия показал, что расположение станций



мониторинга и объемы работ могут быть откорректированы с учетом природных условий и специфики обустройства газопровода.

### **Литература**

1. Программа локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля при строительстве морского газопровода Nord Stream (российский сектор). Согласована Департаментом Росприроднадзора по Северо-Западному федеральному округу и Северо- Западным управлением Ростехнадзора. Nord Stream. 2010а.
2. Программа экологического мониторинга морского участка российской секции газопровода Nord Stream в соответствии с требованиями Минприроды России. Nord Stream. 2010в.
3. СЕВЕРНЫЙ ПОТОК – 2, ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, раздел 7. Мероприятия по охране окружающей среды, Часть 1. Морской участок, Книга 6. Производственный экологический мониторинг и контроль в период эксплуатации, 18.5322.П.0001-ООС1.6, W-EN-ENG-PRU-RPD-837-070106RU.01, Том 7.1.6.



**РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ГАЗООЧИСТКЕ ДЛЯ  
ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЭС.  
СИНТЕЗ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО МЕТОДУ ФИШЕРА-ТРОПША**

*Бочко А.А. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23,  
aleks.bochko@mail.ru)*

*Брылов Д.С. (МГРИ, Россия, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23,  
brylov.dmitrij@yandex.ru)*

**Аннотация:** Одной из важных задач в промышленной экологии, является очистка дымовых газов. Суть нижеприведённого метода заключается в том, что, например, при работе ТЭС, а также газификации угля, образующийся оксид углерода может быть сожжён в камере сгорания газовой турбины, или может быть использован для различных синтезов – в частности для синтеза жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша.

**Ключевые слова:** синтез Фишера-Тропша (СФТ), дымовые газы, оксид углерода (СО), диоксид углерода (СО<sub>2</sub>) газоочистка, катализатор, углеводороды, ТЭЦ, ТЭС, окружающая среда.

Во время прохождения производственной практики А.А. Бочко, студентом группы ТБ-16, на базе ОАО «ВТИ» выполнялись задачи исследовательского характера, в ходе которых изучалось влияния ТЭС, ТЭЦ и других промышленных установок по сжиганию топлива на экологические процессы в техносфере, а так же велась разработка и внедрение различных технологий газоочистки на предприятия, в частности, разрабатывались катализаторы для синтеза Фишера-Тропша.

В процессе использования комплекса технологий по газоочистке и газопереработке ожидается уменьшение негативного влияния производства на окружающую среду, очистка дымовых газов, применение наилучших доступных технологий и в перспективе потенциальная экономия средств предприятия на топливе и экологических сборов [1].

Синтез углеводородов на основе СО и Н<sub>2</sub> является гетерогенно-каталитическим процессом, протекающим с большим выделением тепла. Основными продуктами синтеза являются парафиновые углеводороды (главным образом, нормального строения) и олефины, но исследования последних лет позволили получить катализаторы, в присутствии которых образуются также ароматические и циклопарафиновые углеводороды. Технологии GTL, с английского Gas-to-liquids — газ в жидкость, — это технологии преобразования природного газа в моторные топлива и другие, более тяжёлые, углеводородные продукты [2]. Одной из технологий GTL является синтез Фишера-Тропша (СФТ).

Особенности СФТ — большой тепловой эффект реакции (примерно 35% от теплоты сгорания синтез-газа) и необходимость очень точного поддержания температуры реакции, что является трудносовместимыми условиями.

СФТ можно рассматривать как восстановительную олигомеризацию оксида углерода. В общем виде реакция синтеза углеводородов из оксида углерода и водорода в присутствии катализаторов на основе переходных металлов VIII группы представляется схемами:

1. На Со- и Ni-катализаторах





- $n\text{CO} + (2n+1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{H}_2\text{O}$
- $n\text{CO} + 2n\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n} + n\text{H}_2\text{O}$

2. На Fe-катализаторах:

- $2n\text{CO} + (n+1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{CO}_2 \uparrow$
- $2n\text{CO} + n\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n} + n\text{CO}_2 \uparrow$

Катализаторами служат металлы VIII группы: наиболее активен Ru, затем Co, Fe, Ni. Для увеличения поверхности их часто наносят на пористые носители (силикагель и глинозём). В промышленности нашли применение только Fe и Co катализаторы. Рутений слишком дорог, кроме того, его запасы на Земле слишком малы для использования в качестве катализатора в многотоннажных процессах. На никелевых катализаторах при атмосферном давлении образуется в основном метан ( $n=1$ ), при повышении же давления никель образует летучий карбонил и выходит из катализатора.

В лаборатории химической очистки газов ОАО «ВТИ» при участии Бочко А.А. был проведён ряд экспериментов, и опытным путём была доработана методика [3] синтеза железно-медного катализатора для получения жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша, которая по предварительным расчетам снизит энергию реакции, что позволит достичь экономии ресурсов.



*Рисунок 1. Смешивание растворов соды и солей металлов (железа и меди)*

В ходе исследовательской работы был детально изучен принцип синтеза жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша направленный на оптимизацию и модернизацию работы предприятий в сфере теплоэнергетики.

В лабораторных условиях был получен опытный железно-медный катализатор для синтеза жидких моторных топлив из генераторных газов по методу Фишера-Тропша. По ходу проведения экспериментов для получения катализатора была уточнена и доработана, разработанная ранее методика его получения. Полученный материал в дальнейшем станет основой для научных исследований в области защиты атмосферы и охраны окружающей среды.

### Литература

1. Маслова Л.В., Скопинцева О.В., Экзарьян В.Н. Методические основы создания единой регулируемой сети подземных хранилищ газа в Приморском крае // Горный информационно аналитический бюллетень. – 2020. - \$1. С. 233-241. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1-233-241





2. Логинов В.А. ДИССЕРТАЦИЯ на соискание учёной степени кандидата технических наук «ВЛИЯНИЕ РЕЦИРКУЛЯЦИИ СИНТЕЗ-ГАЗА НА ПРОЦЕСС СИНТЕЗА УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СО И Н<sub>2</sub> НА КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ»  
Научный руководитель: доктор технических наук профессор Жагфаров Фирдавес Гаптелфартович.
3. Патент:SU 1819158. Катализатор для получения углеводородов по методу Фишера-Тропша.



## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ НЕФТЕБАЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Булгаков К.Д. (МГРИ-РГГРУ, bulgakov\_kd@mail.ru)*

### Аннотация

В статье проводится оценка риска для здоровья населения при ингаляционном пути поступления от проектируемой нефтебазы химических веществ, обладающих канцерогенным и хроническим неканцерогенным воздействием, характерным для территории Московской области.

**Ключевые слова:** оценка риска для здоровья населения, воздействие химических загрязнителей, канцерогенный риск, неканцерогенный риск, идентификация опасности, оценка зависимости “доза-эффект”, оценка экспозиции.

Особенности современных объектов нефтепереработки обуславливают их потенциальную экологическую опасность. Ущерб промышленных технологий НПЗ для окружающей среды можно охарактеризовать риском. Нефть и нефтепродукты обладают комплексным воздействием на организм, способны проникать и поражать все компоненты окружающей среды – воду, воздух, почву. Все это приводит к трансформации всех биотических и абиотических объектов природы, создает экологическое неблагополучие, приводящее к ухудшению стандартов жизни и большинства санитарно-гигиенических норм, что не может не отразиться на состоянии здоровья рабочих предприятий и населения регионов, где размещены объекты перерабатывающей промышленности.

В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с особым режимом использования – санитарно-защитная зона, размер которой обеспечивает уменьшение воздействия химического, биологического и физического загрязнения на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности - как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения [1].

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции. Оценка существующего и/или потенциального воздействия на здоровье населения осуществляется, прежде всего, путем сопоставления уровня существующего и/или потенциального загрязнения среды обитания человека с гигиеническими нормативами.

Анализ риска ставит своей целью выбор оптимальных в данной конкретной ситуации путей устранения или снижения риска. Анализ риска включает три взаимосвязанных элемента: оценка риска для здоровья, управление риском и информирование о риске.

Руководящим и основным методическим документом в области оценки риска здоровью является Руководство Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». В соответствии с требованиями данного документа схема оценки риска предусматривает проведение четырех взаимосвязанных этапов: идентификацию опасности, оценку зависимости «доза-ответ», оценку экспозиции и характеристику риска [2]. Как и все другие оценки риска, они являются относительными величинами, характеризующими сравнительную приоритетность тех или иных загрязняющих веществ, источников их поступления в окружающую среду и др.



Основным видом деятельности изучаемого объекта, проектируемой нефтебазы, является хранение и складирование нефти и продуктов ее переработки.

Перечень, количество и состав загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, определены расчетными методами в соответствии с Перечнем методик, используемых в 2019 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от 21.12.2018 г, утвержденного АО «НИИ Атмосфера» и представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1. Перечень загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество наименование	Критерий	Значение критерия мг/м <sup>3</sup>	Суммарный выброс вещества	
			г/с	т/год
2	3	4	6	7
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,200000	0,17165990	0,95622990
Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,400000	0,02789410	0,15538770
Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,150000	0,01130700	0,00745240
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,500000	0,05386890	0,04168320
Дигидросульфид (Сероводород)	ПДК м/р	0,008000	0,00033957	0,42005162
Углерод оксид	ПДК м/р	5,000000	0,23929370	0,96191620
Смесь углеводородов предельных C1-C5	ПДК м/р	200,000000	16,33737055	110,55191835
Смесь углеводородов предельных C6-C10	ПДК м/р	50,000000	6,03808428	40,82855983
Пентилены (Амилены - смесь изомеров)	ПДК м/р	1,500000	0,60340062	4,11848228
Бензол	ПДК м/р	0,300000	0,55514602	3,76948865
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	ПДК м/р	0,200000	0,07000653	0,49454094
Метилбензол (Толуол)	ПДК м/р	0,600000	0,52375543	3,53657299
Этилбензол	ПДК м/р	0,020000	0,01448153	0,09834882
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	ПДК с/с	0,000001	0,00000010	0,00000003
Формальдегид	ПДК м/р	0,050000	0,00141670	0,00000600
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,000000	0,00274150	0,00112560
Керосин	ОБУВ	1,200000	0,04653240	0,18656750
Углеводороды предельные C12-C19	ПДК м/р	1,000000	0,07454362	0,31080118

Характеристика канцерогенного и неканцерогенного риска проводилась с использованием максимальных расчётных концентраций, полученных в результате расчёта рассеивания, выполненного в соответствии с МРР-2017.

Количественными характеристиками риска для здоровья являются расчетные величины коэффициента опасности, характеризующего риск развития неканцерогенных эффектов, и величина канцерогенного риска, характеризующего риск развития канцерогенных эффектов.

При оценке канцерогенных рисков используют средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека 70 лет. Такие дозы обозначаются как LADD. Стандартное уравнение для расчетов LADD имеет следующий вид [1]:

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365] [1].$$

Определение канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала - фактора наклона SF. Для канцерогенных химических веществ дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни (CR) оценивается с учетом среднесуточной дозы в течение жизни (LADD). Формула для расчета индивидуального канцерогенного риска выглядит следующим образом [2]:

$$CR = LADD \times SF [2].$$



Полученные результаты максимальных значений в расчётных точках по веществам представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Значения показателей канцерогенного риска**

Вещество: 0328 Углерод (Сажа)		
№ ПТ	LADD	CR
6	0,000766181	1,18758E-05
Вещество: 0602 Бензол		
№ ПТ	LADD	CR
1	0,002426239	6,55085E-05
Вещество: 0627 Этилбензол		
№ ПТ	LADD	CR
1	0,002298542	8,84939E-06
Вещество: 0703 Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)		
№ ПТ	LADD	CR
6	1,05963E-08	4,13255E-08
Вещество: 1325 Формальдегид		
№ ПТ	LADD	CR
6	0,000127697	5,87405E-06

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле [3]:

$$HQ = C/RfC [3]$$

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности HI. Индекс опасности (HI) для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем рассчитывается по формуле [4]:

$$HI = \sum HQ_i [4]$$

Результаты определения хронического неканцерогенного риска для здоровья населения от воздействия выбросов представлены в таблице 4.

**Таблица 2. Значения показателей неканцерогенного риска**

№ ПТ	ПТ №1	ПТ №2	ПТ №3	ПТ №4	ПТ №5	ПТ №6	ПТ №7	ПТ №8
<b>Вещество</b>								
Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	2,425	2,125	1,725	2,4	3,475	2,95	3,3	3,575
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,266667	0,233333	0,183333	0,266667	0,383333	0,316667	0,366667	0,383333
Углерод (Сажа)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,1	0,12	0,08	0,06
Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,34	0,36	0,3	0,5	0,72	0,76	0,54	0,5
Дигидросульфид (Сероводород)	1,68E-02	2,46E-02	1,38E-02	1,34E-02	1,36E-02	1,94E-02	2,45E-02	1,93E-02
Углерод оксид	0,017333	0,021	0,017667	0,023667	0,034333	0,038667	0,026	0,024667
Бензол	0,633333	0,633333	0,533333	0,566667	0,566667	0,6	0,6	0,633333
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Метилбензол (Толуол)	0,045	0,045	0,0375	0,04	0,04	0,0425	0,0425	0,045
Этилбензол	0,018	0,018	0,015	0,016	0,016	0,016	0,017	0,018
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	3,67E-02	3,65E-02	3,17E-02	5,15E-02	7,46E-02	8,30E-02	5,90E-02	4,95E-02
Формальдегид	1,56E-01	1,55E-01	1,34E-01	2,19E-01	3,17E-01	3,33E-01	2,50E-01	2,10E-01
Керосин	2,6	2,4	2	2,6	3,7	3,2	3,6	3,9
<b>Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (ингаляционным) (HI)</b>								
<b>Критические органы/системы</b>	<b>ПТ №1</b>	<b>ПТ №2</b>	<b>ПТ №3</b>	<b>ПТ №4</b>	<b>ПТ №5</b>	<b>ПТ №6</b>	<b>ПТ №7</b>	<b>ПТ №8</b>
Органы дыхания	3,33	3,02	2,47	3,52	5,07	4,56	4,62	4,81



Влияние на процессы развития	0,75	0,75	0,64	0,70	0,73	0,78	0,74	0,77
Кровеносная система	3,34	3,01	2,46	3,26	4,46	3,91	4,29	4,62
Центральная нервная система (ЦНС)	0,72	0,72	0,61	0,65	0,66	0,70	0,69	0,72
Печень	2,64	2,44	2,04	2,64	3,74	3,24	3,64	3,94
Иммунная система	0,83	0,82	0,70	0,84	0,96	1,02	0,91	0,89
Сердечно-сосудистая система	0,65	0,65	0,55	0,59	0,60	0,64	0,63	0,66
Почки	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Дополнительная смертность	0,34	0,36	0,30	0,50	0,72	0,76	0,54	0,50
Системное действие	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,12	0,08	0,06
Красный костный мозг	0,63	0,63	0,53	0,57	0,57	0,60	0,60	0,63
Репродуктивные свойства	0,63	0,63	0,53	0,57	0,57	0,60	0,60	0,63
Гормональные нарушения	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Глаза	0,16	0,15	0,13	0,22	0,32	0,33	0,25	0,21
Зубы	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,12	0,08	0,06

Результаты расчетов неканцерогенного риска при хроническом воздействии химических веществ выбросов от проектируемой нефтебазы на здоровье населения в расчётных точках на границе санитарно-защитной зоны проектируемой нефтебазы, свидетельствуют, что коэффициенты опасности неканцерогенных хронических эффектов химических веществ, превышают приемлемый уровень риска (значения коэффициентов опасности выше 1,0) по следующим веществам: 0301 Азот (IV) оксид (Азота диоксид), 2732 Керосин. Результаты расчёта индекса опасности (НИ) для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем показали, что опасности подвергаются органы дыхания, кровеносная система, печень, иммунная система.

С целью снижения потенциального риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду предлагается два принципиальных варианта: снижение максимального разового выброса (г/с) и соответственно валового выброса (т/г) путём установки современного технологического оборудования, использования газоочистного оборудования и экологически чистых технологий; улучшение рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе путём обеспечения более высокого расположения организованных источников загрязнения атмосферного воздуха и увеличения скорости выхода газовой смеси из организованных источников загрязнения атмосферного воздуха.

### Литература

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов // п. 2.1
2. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду // п. 1.16
3. Перечень методик, используемых в 2020 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух // АО «НИИ АТМОСФЕРА», Санкт-Петербург, 2019 г.





## ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ООПТ МОСКВЫ

Горшкова А.С. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, [linok\\_97@bk.ru](mailto:linok_97@bk.ru))

### Аннотация

В работе было рассмотрено состояние почв и растительности в национальном парке «Лосиный остров» и ландшафтном заказнике «Тёплый стан». Был проведён анализ списков видов модельных площадок на основе данных полевых исследований 2016-2019 годов и опубликованных материалов.

**Ключевые слова** экология, геоботаника, ООПТ, почвы, растительность, Лосиный остров, Тёплый стан

Изменение почвенно-растительного покрова под воздействием рекреационной деятельности человека является очень важной проблемой, так как вытаптывание и проведение строительных работ в целях реконструкции парков приводят к нарушению и преобразованию сформировавшихся типичных для данной местности естественных экосистем.

Преобразование почв зависит от физического и химического воздействия, приводящего к нарушению структуры и водного баланса почв. Растительный покров напрямую зависит от почвенного, следовательно, при нарушении круговорота веществ, изменяется тип экосистемы.

Исследование почвенно-растительного покрова в ООПТ Москвы требует локального и регионального анализа. Объектом нашего анализа стали модельные площадки в национальном парке «Лосиный остров» и в ландшафтном заказнике «Тёплый стан».

Целью исследования является изучение рекреационного воздействия на почвенно-растительный покров модельных территорий. Были рассмотрены естественные экосистемы модельных участков, проанализированы факторы, которые привели к изменениям почв и растительности.

Модельные площадки располагаются в поймах рек Яузы и Очаковки. Изначально данные экосистемы принадлежали к типу пойменных лесов, однако обе площадки потерпели изменения долинных комплексов рек путем изоляции участков в коллекторы, создания прудов, а также проведением реконструкционных работ.

По данным геоботанических исследований Н.И. Кузнецовой, к типичным видам растительности пойменных лесов относят такие деревья как: ольха черная (*Alnus glutinosa*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*), тополь белый (*Populus alba*), черный (*P.nigra*), различные виды ив (*Salix*) пятитычинковая (*S.pentandra*), трехтычинковая (*S.amygdalina*), пепельная (*S.cinerea*), мирзинолистная (*S.nigricans*), козья (*S.carpea*), ушастая (*S.aurita*), ива Штарке (*S.depressa*); подлесок: крушина слабительная (*Rhamnus cathartica*) крушина ломкая (*Rhamnus frangula*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), калина обыкновенная (*Viburnum opulus*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*), паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara*); травянистый покров: дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), недотрога обыкновенная (*Impatiens noli tangere*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), гравилат городской (*Geum urbanum*), вербейник монетный (*Lysimachia nummularia*), валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*), синюха голубая (*Polemonium caeruleum*), василисник водосборный (*Thalictrum aquilegifolium*), жеруха обыкновенная (*Nasturtium sylvestre*), волдырник ягодный (*Cucubalus baccifer*), лапчатка норвежская (*Potentilla norvegica*), кипрей розовый



(*Epilobium roseum*), повилика европейская (*Cuscuta europaea*), окопник лекарственный (*Symphytum officinale*), норичник узловатый (*Scrophularia nodosa*), шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata*), ситник развесистый (*Juncus communis*), бекмания обыкновенная (*Beckmannia eruciformis*), мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis*), герань болотная (*Geranium palustre*), чина болотная (*Lathyrus palustris*), подмаренник приручейный (*Asperula aparine*), горечавка крестовидная (*Gentiana cruciata*), окопник жесткий (*Symphytum asperrimum*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), кочедыжник женский (*Asplenium filix femina*).

Для сравнения видов растений автором был проведён анализ списков видов модельных площадок в национальном парке «Лосиный остров» и ландшафтном заказнике «Тёплый стан» по результатам учебных практик студентов МГРИ с 2016 г. по 2019 г. Отличительной чертой является то, что травянистая растительность трансформировалась из лесной в луговую в связи с сельскохозяйственным освоением площадок и вырубкой.

Коренными породами ООПТ Москвы являются ель обыкновенная (*Picea abies*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), ольха черная (*Alnus glutinosa*) и липа сердцевидная (*Tilia cordata*). Сейчас преобладающей породой предстаёт береза (*Betula*). Нынешние деревья образовались путём посадки еще с конца XIX века – ели и лиственницы по большей части. Из травостоя преобладающими видами выступают Злаки (*Gramineae*), осока волосистая (*Carex pilosa*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), подорожник большой (*Plantago major*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), гравилат городской (*Geum urbanum*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*).

В течение XX столетия происходили изменения естественного облика данных территорий. Структура почв была нарушена из-за реконструкционных работ, произошло перемешивание горизонтов, что привело к уплотнению и привнесению строительного мусора в верхние слои. А также произошло добавление сорных видов растительности. Типичные виды присутствуют в данных экосистемах, но в меньшей степени, чем должны быть. Это позволяет выявить тенденцию, что антропогенное воздействие повлекло за собой широкое распространение не типичной для данной местности растительности.

### Литература

1. Киселева В.В., Сырямкина О.В. Состояние почв Национального парка «Лосиный остров» // Состояние природной среды национального парка «Лосиный остров» (по данным мониторинга за 2003-2005 гг.) / Ред. А.И. Янгутов, В.В. Киселева: Пушкино: 2006. – 144 с.
2. Кузнецов Н.И. Бассейн Оки. Геоботанические исследования // Труды экспедиции для исследования источников главнейших рек Европейской России. С-Петербург, 1897. С.44-45.
3. Отчеты о подмосковной практике групп ЭКО15А, ЭКО15П, - МГРИ-РГГРУ, 2016.
4. Отчеты о подмосковной практике групп ЭКО16А, ЭКО16П, - МГРИ-РГГРУ, 2017.
5. Отчеты о подмосковной практике групп ЭКО17А, ЭКО17П, - МГРИ-РГГРУ, 2018.
6. Отчеты о подмосковной практике групп ЭКО18А, ЭКО18П, - МГРИ-РГГРУ, 2019.



## **ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В НОВОЙ МОСКВЕ**

*Гончаренко С.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им.  
Серго Орджоникидзе г. Москва, srgygnch@gmail.com)*

*Мазаев А.В. (к.г.-м.н. доцент кафедры экологии и природопользования, Российский  
государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе г.  
Москва)*

### **Аннотация**

В данной статье рассмотрены особенности функционального зонирования Троицкого и Новомосковского автономных округов, также рассмотрены различные варианты и возможности размещения предприятий топливно-энергетического комплекса в данном регионе. Произведены расчеты суммарного энергопотребления и необходимой мощности планируемых предприятий ТЭК и приведено экологическое обоснование необходимости размещения данных предприятий.

### **Ключевые слова**

Экология, Электроэнергетика, Троицкий автономный округ, Новомосковский автономный округ, Размещение объектов ТЭК.

Одной из главных задач обеспечения комфортного проживания населения является его непрерывное снабжение электрической и тепловой энергией. В условиях массового старения энергетического и электросетевого оборудования решение этой задачи приобретает особую актуальность. Кроме того, потребление энергии возрастает с каждым годом, и имеющиеся мощности уже не справляются с нагрузками. В условиях роста цен на электроэнергию и тепло растут издержки и снижается доход предприятий, административных округов, городов и целых стран.

Российская электроэнергетика, несмотря на кризисные явления последних лет, продолжает оставаться одной из крупнейших в мире. На долю России приходится около 10% мирового производства электроэнергии.

Официальное расширение административных границ Москвы за счёт территории Московской области было осуществлено 1 июля 2012 года, в результате чего площадь города увеличилась примерно в 2,4 раза, за счёт этого Москва поднялась с 11-го на 6-е место в рейтинге крупнейших городов мира по площади и стала крупнейшим городом по площади на территории Европы. При этом по численности населения город сохранил 7-е место, так как на присоединённых территориях проживало менее 250 000 человек.

Функциональное зонирование представляет собой общественную застройку, жилую, производственную и природную, а также смешанные между ними подтипы. Основную часть составляют природные территории - около 50 %, природно-жилого фонда к которому относятся дачные участки около 15-20 процентов, зоны жилой и общественно-жилой застройки составляют, около 15%. [2]

При рассмотрении функционального зонирования города Троицк, наблюдается, что природных территорий здесь около 20 %, большая часть также принадлежит территориям научно-исследовательских институтов около 15%, практически вся остальная территория относится к зоне жилой и общественно-жилой застройки разной этажности. [3]



Для расчета потребляемой электроэнергии в ТиНАО к 2035 году, необходимо разделить количество вырабатываемой электроэнергии на количество энергопотребителей.

$$A=Q/N, \text{ где}$$

A - количество потребляемой энергии одним человеком в год, кВт\*ч, Q - количество вырабатываемой электроэнергии, кВт\*ч, N-количество энергопотребителей.

$$A=9100000000/3000000=3033 \text{ кВт*ч на одного энергопотребителя за год.}$$

Затем, необходимо умножить полученное значение A на количество энергопотребителей в ТиНАО к 2035 году. По самому оптимистичному прогнозу число энергопотребителей составит 740 тыс. чел., по самому негативному прогнозу 1,5 млн. человек. Необходимо произвести расчет по наихудшему из возможных прогнозов.

$$W=A*N, \text{ где}$$

W – необходимая выработка энергии, кВт\*ч, A - количество потребляемой энергии одним человеком в год, N-количество энергопотребителей.

$$W=3033*1500000=4550 \text{ млн. кВт*ч.}$$

4550 млн. кВт\*ч – такое необходимое количество энергии необходимо вырабатывать для обеспечения потребностей всех возможных жителей присоединенных территорий.

Следовательно, для электроснабжения региона исследования достаточно электростанции мощностью 700 МВт работающей с 81% КИУМ. Стоимость строительства аналогичной ТЭЦ в городе Челябинск обошлось в 27 млрд. рублей. Также данный вариант подразумевает под собой прокладку линий электропередач, минимальная стоимость за 1 км. линии – от 600 т.р.

Альтернативным вариантом является строительство мини-ТЭЦ. Стоимость строительства мини-ТЭЦ мощностью 5,47 МВт обойдется примерно в 12,802,500 рублей (в зависимости от курса евро на момент оплаты). Данный вариант предполагает размещение большого числа мини-ТЭЦ, полностью отпадает необходимость прокладывать линии электропередач. [1]

Третим вариантом, является нулевой вариант. Потребление электроэнергии в региональной энергосистеме в январе 2019 г. составило 10695,7 млн кВт\*ч. Дефицит произведенной электроэнергии на территории энергосистемы г. Москвы и Московской области покрывался за счет перетоков электроэнергии по межсистемным линиям электропередачи (ЛЭП) из смежных энергосистем.

Итоговая стоимость проекта строительства крупной ТЭЦ составит 27,007,738,000 рублей, т.е. 27 млрд. 7 млн, 738 тысяч рублей. Возможными достоинствами данного проекта являются:

- 1) 600 рабочих мест, социальная поддержка и социальные программы проводимые ПАО «МОЭСК». В данном случае это является неоспорим плюсом, в связи с тем, что людям больше не будет необходимости тратить время на дорогу, а ведь 82% населения данной территории до сих работают в пределах МКАДа.
- 2) Собственный источник энергоснабжения. Не будет необходимости закупать электроэнергию у Москвы, а цены будут зависеть напрямую от стоимости топлива.
- 3) Постоянный источник дохода в казну АО.

Возможные минусы:

- 1) Негативное экологическое влияние на жителей близлежащих поселений и жителей вблизи которых будет проходить ЛЭП.
- 2) Дополнительные расходы на стадии строительства и эксплуатации.
- 3) Некоторая потеря рекреационной привлекательности района.

После размещения мини-ТЭЦ, суммарная стоимость данного варианта будет составлять – 1,561,905,000 рублей, т.е. 1 млрд. 561 млн. 905 т. рублей. При этом,



сохранятся те же плюсы, что и предыдущем варианте, однако некоторые отрицательные стороны в данном проекте присутствуют.

Возможными достоинствами данного проекта являются:

- 1) Создание рабочих мест непосредственно в поселках проживания людей. Однако данный плюс является как плюсом, так и минусом. В связи с тем, что не в каждом поселении живут люди с соответствующим образованием и навыками.
- 2) Обеспечение ТиНАО электроэнергией и источник дохода в казну города.
- 3) Меньшие ареолы загрязнения.
- 4) Уменьшения влияния ЭМИ. Нет необходимости прокладывать ЛЭП, следствием которого является ЭМИ излучение, негативно воздействующие на здоровье жителей.
- 5) При нештатной ситуации без электричества окажется намного меньшее количество пользователей.

Возможными минусами являются:

- 1) Большое количество ареолов загрязнения, как атмосферного воздуха, так и иных видов воздействия на ОС. В отличие от варианта с ТЭЦ, здесь количество станций достигает 122.
- 2) Возможная нехватка квалифицированных кадров.
- 3) Эстетическая составляющая.

«Нулевой вариант» никак не может являться оптимальным с точки зрения необходимости электроснабжения региона.

Плюсы данного решения:

- 1) Не оказывает техногенного воздействия на природную среду.
- 2) Не оказывает пагубного влияния на здоровье населения.

Минусы данного решения:

- 1) Отсутствие собственного источника электроснабжения и зависимость от сторонних источников.
- 2) Расходы на закупку электроэнергии и упущенные выгоды от продажи электроэнергии населению.
- 3) Отсутствие дополнительных рабочих мест.

В следствии всего выше указанного, можно судить о том, что вариант размещения мини-ТЭЦ является наиболее экономически и практически выгодным. Также предоставляя наибольшее количество рабочих мест в малой удаленности от дома.

## Литература

1. Строительство мини-ТЭЦ 5,47 МВт [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.combienergy.ru/primer/99-Stroitelstvo-mini-TEC-547-MVt> – Дата обращения: 13.12.19.
2. Генеральный план города Москвы (ТиНАО) [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://imosrentgen.ru/genplan-p-mosrentgen-i-tinao/> – Дата обращения: 13.12.19.
3. Генеральный план, развитие и застройка городского округа Щербинка [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://new.msk.ru/topic/5644> – Дата обращения: 13.12.19.





## ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД Г. КАЗАНИ

*Ереев Д.А.\* (Казанский федеральный университет, Daniil.ereev@mail.ru), Галиева А.Р. (Казанский федеральный университет, abdullina\_albina94@mail.ru), Кудбанов Т. Г. (Казанский федеральный университет, ferrum828@gmail.com)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются геолого-геоморфологические условия и приводится характеристика состава поверхностных вод г. Казани на основе опробования, проведенного осенью 2019 г. Показана широкая вариабельность этого состава и раскрыта её природа.

**Ключевые слова:** поверхностные воды, состав и качество воды, питание поверхностных вод, загрязнение.

Казань расположена на левобережье р. Волги, в её среднем течении. Площадь города составляет около 600 км<sup>2</sup>, численность населения ~1,3 млн. чел. Казань является одним из крупнейших промышленно-гражданских центров Поволжского экономического района. Город расположен большей своей частью на комплексах аллювиальных волжских террас. Рельеф – равнинно-холмистый с абсолютными отметками 53 м (нормальный подпорный уровень Куйбышевского водохранилища) – 160–190 м (в восточной части города). Террасы воздымаются до отметок 140 м, более высокие гипсометрические уровни представляют собой коренной борт Волжской долины. Климат умеренно-континентальный с нормой осадков 550 мм/год [3].

геолого-структурном отношении Казань расположена на южной оконечности Казанско-Кировского прогиба, структуры первого порядка в составе Волго-Уральской антеклизы Русской платформы [2]. Верхняя часть разреза сложена здесь комплексами полифациальных пермских и преимущественно аллювиальных плиоцен-четвертичных отложений. Пермские образования вскрываются лишь в восточной и северной частях города. Их основание выполнено морскими преимущественно сульфатно-карбонатными сероцветными комплексами нижнего и среднего отделов (до казанского яруса включительно), а прикровельная часть – континентальными терригенными пестроцветными образованиями уржумского яруса. Общая мощность пермских отложений может достигать 250-280 м, при этом их нижняя морская часть обычно перекрыта комплексом новейших отложений, толщина которых в пределах города обычно превышает 30 м, достигая в наиболее глубоких врезках 180 м. Плиоценовые отложения, представленные в основном глинисто-песчаными породами, слагают палеодолину Волги. Осевая часть этой палеодолины протягивается параллельно современному руслу реки при смещении относительно его оси на 12-14 км. Ширина палеодолины Волги в границах города – 6–8 км, а мощность плиоценовых отложений – до 100-120 м [5]. Комплекс четвертичных отложений включает образования плейстоцена и голоцена. Нижнеплейстоценовые отложения включают аллювий прадолины Волги. Среднеплейстоценовые образования слагают четвертую и третью надпойменные террасы Волги, верхнеплейстоценовые – вторую и первую надпойменные террасы Волги и её крупного притока р. Казанки, пересекающей город практически на 2 равные части. Голоценовые отложения выполняют пойму и русла водотоков (пойма и первая терраса Волги и приустьевой части Казанки находятся под водами Куйбышевского водохранилища) [1]. Поверхностная гидросеть города кроме Волги и Казанки (протяженность которой составляет 142 км) представлена более мелкими водотоками – р.р. Нокса, Киндерка, Сухая река, Солонка, а также многочисленными озерами. Наиболее крупной является система трёх озер Кабан – Нижний, Средний и Верхний Кабан, расположенных в центральной части города и протягивающихся параллельно Волге на



удалении 1,6-4,0 км. Довольно большое количество малых озёр расположено в пониженной части города по правобережью Казанки в наиболее плотно застроенном Ново-Савиновском районе (оз. в парке

Победы, Малое и Большое Чуйково и др.). На окраинах города также имеются озерные водоемы, многие из которых являются популярными местами активного летнего отдыха (оз. Глубокое, Лебяжье, Изумрудное, Комсомольское и др.). Интересными водными объектами в пределах центральной части города также являются протока Булак и старое русло Казанки в её приустьевой части. Протока Булак имеет протяженность 1,6 км. Она когда-то соединяла оз. Нижний Кабан с Казанкой, а в настоящее время по существу представляет собой замкнутый бессточный канал, аккумулятор сточных вод с прилегающих улиц, являющихся важными транспортными артериями. Старое русло Казанки также представляет собой изолированный бассейн – аккумулятор разнотипных сточных вод. Протяженность этого русла около 3 км, при ширине до 50-60 м. В пермских и плиоцен-четвертичных отложениях локализованы

трещинные и поровые подземные воды, формирующие ряд взаимосвязанных водоносных горизонтов, основной областью разгрузки которых являются перечисленные реки и озера. Уровень грунтовых вод в сглаженной форме повторяет поверхностный рельеф, глубина его залегания варьирует от 0 до 30–35 м. Состав подземных вод довольно пестрый. Воды плиоцен-четвертичных отложений при слабом проявлении техногенного воздействия и отсутствии перетоков из пермских горизонтов характеризуются в основном гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом с минерализацией 0,3-0,6 г/дм<sup>3</sup> и жесткостью (здесь и далее понимается общая жесткость) до 5–6 ммоль/дм<sup>3</sup>, воды же пермских отложений могут обладать минерализацией до 2,5 г/дм<sup>3</sup> и жесткостью до 30–40 ммоль/дм<sup>3</sup> при сульфатном и хлоридно-сульфатном натриево-магниево-кальциевом составе (наименование состава воды приводится по ОСТ [8], согласно которому компоненты перечисляются в порядке увеличения процент-мольных концентраций). Изучение состава поверхностных вод Казани проведено на основе их опробования в октябре 2019 г. В гидропробах

определялись рН, электропроводность, перманганатная окисляемость, содержания:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Li}^+$ ; а также концентрации ряда тяжёлых металлов: Fe, Mn, Pb, Ni, Cd, Cu, Cr, Zn. Ионный состав анализировался с помощью ионных хроматографов Dionex ICS-1600, а металлы детектировались на атомно-абсорбционном спектрометре ContrAA700. Аналитические исследования проведены согласно следующих нормативных документов [9-12].

В целом, поверхностные воды г. Казани характеризуются довольно пестрым составом, при вариациях расчетной минерализации в пределах 85–2513 мг/дм<sup>3</sup> и жёсткости 0,5–37,0 ммоль/дм<sup>3</sup> (табл.). Широкие вариации состава и минерализации поверхностных вод в первую очередь обусловлены преобладающим типом их питания. Техногенный фактор имеет подчинённое значение. Ранее для озёр Приказанского района это было показано в [4]. Роль техногенного фактора проявляется в некотором увеличении минерализации поверхностных вод в первую очередь за счет хлоридов и ионов натрия, что связано с широким использованием хлоридных солей в качестве антигололёдных средств. Именно в связи с этим повышенные относительные концентрации отмеченных компонентов фиксируются в водах оз. Глубокое, Мал. и Бол. Чуйково, Верхний и Нижний Кабан. Также техногенный фактор ведёт к обогащению поверхностных вод азотными соединениями, органическим веществом и рядом тяжёлых металлов. В наиболее концентрированной форме такое обогащение проявлено в бессточных водоемах, имеющих незначительный объём. Ими в первую очередь являются протока Булак и старое русло Казанки. Здесь концентрации марганца могут достигать 5,4 мг/дм<sup>3</sup>, нитратов – 93 мг/дм<sup>3</sup>, перманганатная окисляемость часто превышает 10 мгО/дм<sup>3</sup>. Подобные гидрохимические закономерности характерны для многих районов Татарстана [6].



Некоторые морфометрические, водно-балансовые характеристики водоемов и интегральные показатели состава поверхностных вод г. Казани

Водопроявление	Кол-во проб	Площадь, га	Максим. глубина, м	Преобладающий тип воды	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	Жёсткость, ммоль/дм <sup>3</sup>	Преобладающее питание
оз. Глубокое	2	9,8	12,4	Cl-HCO <sub>3</sub> /Na-Ca	$\frac{85,0-97,27}{91,13 \pm 8,67}$	$\frac{0,51-0,84}{0,68 \pm 0,23}$	Атмосферное
оз. Лебяжье	1	6,6	2,9	HCO <sub>3</sub> /Ca	172,56	1,85	Вода из оз. Изумрудное
оз. Изумрудное	2	25,6	20,5	HCO <sub>3</sub> /Ca	$\frac{196,47-199,78}{198,13 \pm 2,34}$	$\frac{2,09-2,11}{2,10 \pm 0,01}$	Q
оз. Бол. Чуйково	1	1,7	-	Cl-HCO <sub>3</sub> /Mg-Na-Ca	446,02	4,27	N <sub>2</sub> -Q
оз. Мал. Чуйково	1	0,6	-	Cl-HCO <sub>3</sub> /Na-Ca	678,31	5,59	N <sub>2</sub> -Q
оз. в парке Победы	1	3,7	-	SO <sub>4</sub> /Ca	966,40	9,08	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub>
оз. Верхний Кабан	2	20,5	13,2	HCO <sub>3</sub> -Cl/Ca-Na	$\frac{481,88-491,94}{486,91 \pm 7,12}$	$\frac{2,94-3,06}{3,0 \pm 0,08}$	Q
оз. Средний Кабан	4	135,1	12,5	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> /Mg-Ca	$\frac{1151,6-1199,0}{1167,64 \pm 22,1}$	$\frac{13,66-15,70}{14,43 \pm 0,89}$	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub>
оз. Нижний Кабан	4	47,4	12,0	Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> /Na-Mg-Ca	$\frac{1191,1-1303,7}{1247,1 \pm 61,96}$	$\frac{10,36-15,60}{12,88 \pm 2,76}$	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub>
оз. Комсомольское	2	1,9	-	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> /Ca	$\frac{1027,6-1071,5}{1049,54 \pm 31,1}$	$\frac{13,45-14,27}{13,86 \pm 0,58}$	Вода из скв. P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub>
р. Волга	3	-	-	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> /Ca	$\frac{306,78-386,52}{354,68 \pm 42,23}$	$\frac{3,38-4,55}{4,07 \pm 0,61}$	Q, P <sub>2</sub> kz, атмосферн.
р. Киндерка	2	-	-	HCO <sub>3</sub> /Ca	$\frac{499,98-512,76}{506,37 \pm 9,04}$	$\frac{5,81-6,32}{6,06 \pm 0,36}$	Q, P <sub>2</sub> kz <sub>2</sub>
р. Нокса	2	-	-	HCO <sub>3</sub> /Ca	$\frac{587,99-594,11}{591,05 \pm 4,33}$	$\frac{7,08-7,24}{7,16 \pm 0,11}$	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>2</sub>
р. Казанка	7	-	-	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> /Ca	$\frac{855,2-1546,4}{1173,1 \pm 280,8}$	$\frac{10,68-20,49}{15,49 \pm 3,82}$	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub> , P <sub>1</sub>
прот. Булак	2	-	-	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> /Na-Ca	$\frac{1526,8-1739,1}{1632,9 \pm 150,4}$	$\frac{12,58-18,27}{15,43 \pm 4,02}$	P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub>
р. Сухая река	1	-	-	SO <sub>4</sub> /Ca-Na	2055,81	9,03	N <sub>2</sub> -Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub> , P <sub>1</sub>
р. Солонка	1	-	-	SO <sub>4</sub> /Ca	2324,50	33,90	P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub> , P <sub>1</sub>
Стар. русло Казанки	1	-	-	SO <sub>4</sub> /Ca	2512,84	36,99	Q; P <sub>2</sub> kz <sub>1</sub> , P <sub>1</sub>

Примечание. Прочерки в колонках “Площадь” и “Максимальная глубина” означают отсутствие данных; глубины заимствованы из [4]; в колонках “Минерализация” и “Жёсткость” в числителе – предельные значения (минимум-максимум), в знаменателе – среднее и стандартное отклонение; в колонке “Преобладающее питание” индексами отмечены возрасты водоносных отложений.

Качество воды практически всех изученных объектов (исключение представляют лишь оз. Лебяжье и Бол. Чуйково) не соответствует нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Сверхнормативные концентрации наиболее характерны для нитритов, марганца, сульфатов. К этим компонентам часто присоединяется кальций. Максимально широкий спектр компонентов и параметров, превышающих соответствующие ПДК, фиксируется в водах протоки Булак и старого русла Казанки. К указанным компонентам здесь добавляются нитраты, магний, медь, никель и цинк.

Гидрогеологические условия Казани и её ближайших окрестностей не совсем благоприятны для организации крупного централизованного хозяйственно-питьевого



водоснабжения. Это связано с тем, что при формировании депрессионных воронок в водоносных горизонтах неоген-четвертичных отложений начинают проявляться восходящие перетоки вод из нижнеказанских и нижнепермских отложений, которые отличаются повышенными значениями минерализации и жёсткости. Поэтому в настоящее время хозяйственно-питьевое водоснабжение города базируется на использовании волжской воды с одноименного водозабора, производительность которого превышает 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут. [7].

### Литература

1. Геологические памятники природы Республики Татарстан /под ред. И.А. Ларочкиной; науч. ред. В.В. Силантьев. Казань: Акварель-Арт, 2007. 296 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника /Под ред. Б.В. Булова. М., ГЕОС, 2003. 402 с.
3. Климат Казани и его изменения в современный период /Под ред. Ю. П. Переведенцева, Э. П. Наумова. Казань: Казанский гос. ун-т, 2006. 216 с.
4. Курлянов Н.А., Мусин Р.Х. Вертикальная гидрохимическая зональность озер Среднего Поволжья // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 517–521.
5. Малышева О. Н., Нелидов Н. Н., Соколов М. Н. Геология района г. Казани / под ред. С.Г. Каштанова. Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1965. 96 с.
6. Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидролитосфере Республики Татарстан // Недропользование XXI век. 2013. № 5 (42). С. 61–66.
7. Мусин Р.Х., Курлянов Н. А., Файзрахманова З. Г., Мусина Р. З. О качестве вод, используемых в системах питьевого водоснабжения города Казани //Георесурсы. 2014. № 3 (58). С. 9–16.
8. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. 12 с.
9. ПНД Ф 14.1:2.4.132-98 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации анионов: нитрита, нитрата, хлорида, фторида, сульфата и фосфата в пробах природной, питьевой и сточной воды методом ионной хроматографии. М., 1998 (издание 2008 г.). 21 с.
10. ПНД Ф 14.1:2.4.131-98 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентраций ионов натрия, калия, магния, кальция, бария и аммония в пробах природной, питьевой и сточной воды методом ионной хроматографии. М., 1998. 22 с.
11. ПНД Ф 14.1:2.214-06. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации Fe, Cd, Co, Mn, Ni, Cu, Zn, Cr и Pb в пробах природных и сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии. 11 с.
12. ПНД Ф 14.1:2.4.140-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций Be, V, Bi, Cd, Co, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Ag, Sb и Cr в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией. М., 1998 (издание 2013 г.). 28 с.



## ПРОБЛЕМАТИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАНИЦАХ МЕГАПОЛИСОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ)

*Жаркова К.Н. (МГРИ, thisfieldisfilled@gmail.com)*

**Аннотация.** Особо охраняемые природные территории являются экологическим каркасом города Москвы. Учитывая особенности размещения особо охраняемых природных территорий в условиях активно развивающегося мегаполиса следует тщательно подходить к вопросу разработки природоохранных нормативно-правовых актов, в том числе в части соответствия их федеральному законодательству.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, природоохранное законодательство

В настоящее время Москва, как город федерального значения, является весьма обособленной и специфичной территорией, которая имеет множество особенностей, в том числе связанных с функционированием особо охраняемых природных территорий (ООПТ), а также проблемных вопросов, которые отсутствуют у ООПТ, расположенных в иных субъектах федерации. В ходе анализа сложившейся ситуации выделены три основные проблемы, связанные с размещением в границах города Москвы особо охраняемых природных территорий и ограничений, накладываемых на их функционирование федеральным законодательством.

1. Непрерывное развитие мегаполиса. Современная ситуация в Москве постоянно обновляется, ведется строительство новых жилых кварталов, автомобильных трасс, линий метрополитена, иных сооружений. Зачастую указанные проекты затрагивают границы ООПТ, в связи с чем возникает необходимость либо внесения изменений в проекты планировок, что зачастую требует значительных затрат, либо корректировки границ ООПТ. Даже незначительная корректировка границ ООПТ ведет к необходимости выбора участка компенсации, который должен находиться в границах той же административной единицы, где была осуществлена корректировка. В большинстве случаев такие компенсационные участки, включаемые в состав ООПТ, не обладают свойствами, отвечающими требованиям природоохранного законодательства, из-за чего снижается общая целостность и природная ценность территорий. Помимо необходимости корректировки границ ООПТ с развитием города растет и рекреационная нагрузка на природные территории. Это связано не только с неравномерным распределением природных территорий, но и с проблемой осуществления мероприятий по благоустройству на ООПТ.

2. Ограничения при осуществлении мероприятий по благоустройству. Несмотря на проводимые работы по благоустройству на ООПТ, общая ситуация на природных территориях зачастую не удовлетворяет потребности жителей в объектах рекреационной инфраструктуры, в том числе не учитывает имеющуюся и возрастающую рекреационную нагрузку на территории. В большинстве случаев благоустройство направлено на устранение последствий воздействия на природные объекты рекреантов, чем на их предупреждение. Так как в границах ООПТ на большинстве участков запрещено нарушение почвенного покрова, ландшафта, гидрологического режима, а проведение необходимых коммуникаций (в том числе освещения) требует заключения государственной экологической экспертизы.

Указанная проблема влечет, помимо необходимости пересмотра подхода к проектированию в границах ООПТ, необходимость внесения соответствующих изменений в природоохранное законодательство города Москвы. Действующее зонирование, соблюдение которого является основным условием проектирования в





границах ООПТ и иных озелененных территорий, утрачивает свою актуальность, что влечет дисбаланс рекреационной нагрузки и дальнейшую деградацию находящихся в их границах биоценозов.

3. Необходимость установления охранных зон для определенных категорий ООПТ в границах Москвы – национального парка и памятников природы, расположенных вне ООПТ. Учитывая сложившуюся градостроительную ситуацию устанавливать охранные зоны не столько нецелесообразно, сколько мешает дальнейшему развитию города. Так как в границах охранных зон в соответствии с их режимом ограничены многие виды хозяйственной и иной деятельности, становится невозможной эксплуатация существующих объектов инфраструктуры, действуют ограничения при проведении капитальных, реставрационных, ремонтных работ объектов города Москвы и инженерных коммуникаций (как существующих, так и вновь прокладываемых), существенно ограничена хозяйственная деятельность объектов промышленного назначения, что в целом ведет к невозможности полноценной реализации государственных программ города.

В результате анализа рассмотренных проблем автором предлагаются различные пути их решения, направленные на оптимизацию природоохранного законодательства в части функционирования ООПТ в мегаполисах.

1. В части корректировки границ ООПТ. Предлагается проводить компенсацию за счет природных территорий Московской области, путем заключения соглашения между Московской областью и Москвой. Таким образом, средства, выделяемые на содержание тех или иных участков, предлагаемых к выводу из границ ООПТ, будут направлены на обустройство и содержание зон отдыха и природных территорий, расположенных в Московской области, но находящихся в непосредственной близости от границ Москвы и используемых в качестве рекреационных территорий как москвичами, так и жителями областных населенных пунктов (Салтыковский лесопарк, Люберецкие карьеры, Бутовский лесопарк).

2. В части благоустройства особо охраняемых природных территорий. Основной задачей в данном вопросе является равномерное распределение потоков рекреантов, которое должно производиться в соответствии с востребованными различными группами населения видами рекреации. В результате проведения подобной реорганизации периферийные участки ООПТ будут испытывать меньшую нагрузку, а сами природные территории будут использоваться более эффективно. С учетом текущего градостроительного развития, создание оптимального количества рекреационных зон в границах озелененных территорий осложнено изменением рекреационной нагрузки на единицу площади с удалением в центральную часть зеленой территории. Поэтому при разработке проектов благоустройства в соответствии с установленным функциональным зонированием следует в первую очередь учитывать уровень рекреационной нагрузки на тот или иной участок ООПТ в зависимости от его удаленности от границ ООПТ, местонахождения в городе, расположения вблизи иных зон отдыха и т.д. Предлагается также утвердить порядок согласования проектов благоустройства, содержащий требования, которые будут учитывать необходимость грамотной организации пространства.

3. В части целесообразности утверждения границ охранных зон ООПТ. Учитывая существующие ограничения, наложенные на различные виды деятельности в границах охранных зон особо охраняемых природных территорий, выделение подобных участков в границах мегаполиса нецелесообразно. Однако учитывая, что природные комплексы требуют дополнительной защиты в условиях агрессивной среды города, предлагается установить буферную зону, разделяющую природные территории и непосредственно территории застройки. Данная буферная зона будет устанавливаться в границах ООПТ, и иметь статус функциональной зоны. В отличие от охранных зон, которые в соответствии



с действующим законодательством установлены лишь для памятников природы и национального парка (в Москве) буферные зоны можно будет установить для всех площадных ООПТ. Учитывая, что указанная зона будет являться частью ООПТ, площадь природных территорий в городе не изменится, и также будет реализована возможность обустройства периферийных участков ООПТ таким образом, чтобы снизить воздействие города на ценные объекты природы.

Помимо указанных решений в целях грамотной организации содержания ООПТ следует повторить опыт решений, принятых постановлением Правительства Москвы от 21.09.2016 № 593 «О внесении изменений в правовые акты города Москвы и признании утратившими силу отдельных положений постановления Правительства Москвы от 18 июля 2012 года № 338-ПП» (так называемая «гаражная амнистия»), в результате которой без компенсации будут выведены из границ ООПТ оставшиеся объекты и кадастровые участки, не соответствующие целям и задачам ООПТ (гаражи, автозаправки, иные объекты).

Таким образом, в природоохранном законодательстве целесообразно выделить города федерального значения как особые объекты, наделенные особыми полномочиями в сфере разработки и подготовки нормативных правовых актов. В результате принятия подобных или альтернативных решений развитие города будет согласовано сразу по нескольким направлениям, и направлено на обеспечение жителей необходимыми рекреационными ресурсами в соответствии с их потребностями и ожиданиями.

### **Литература**

1. Федеральный закон от 14 марта 1995 года № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
2. Закон города Москвы от 26 сентября 2001 года № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве».
3. Постановление Правительства Москвы от 21.09.2016 № 593 «О внесении изменений в правовые акты города Москвы и признании утратившими силу отдельных положений постановления Правительства Москвы от 18 июля 2012 года № 338-ПП»



## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОБЪЕКТАХ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Иващенко А.М.\* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, silverpressure@inbox.ru)*

### **Аннотация:**

В работе рассмотрены особенности проведения мониторинга подземных вод на предприятиях атомной промышленности. На примере одного из предприятий рассмотрен перечень работ по наблюдению за подземными водами. Приведена карта расположения наблюдательной сети на промплощадке. Даны рекомендации по оптимизации сети мониторинга подземных вод на рассматриваемом объекте.

**Ключевые слова:** мониторинг, ядерно-и радиационно опасные объекты, радионуклиды, атомная промышленность, подземные воды.

Воздействие объектов атомно-промышленного комплекса на окружающую среду происходит через совокупность всех природных компонентов, в том числе и через недра, которые практически во всех случаях служат основанием для строительства и эксплуатации наземных, приповерхностных и глубинных хранилищ радиоактивных отходов. В результате утечек из подземных коммуникаций, фильтрации из хранилищ твердых и жидких радиоактивных отходов, сбросов в поверхностную гидрографическую сеть может происходить загрязнение подземных вод.

Радиационное загрязнение подземных вод представляет собой опасность, так как подземные воды являются природным ресурсом и используются для питьевого, а на некоторых территориях и централизованного водоснабжения [1]. Поэтому постоянный контроль загрязнения подземных вод радионуклидами является актуальной задачей в области охраны окружающей среды. Охрана подземных вод предусмотрена законодательством и регламентируется рядом правовых актов (например, Федеральным законом №2395-1 «О недрах»).

Под мониторингом подземных вод понимается система регулярных наблюдений за изменением состояния подземных вод под воздействием природных и техногенных факторов [2]. Результатом мониторинга является оценка состояния подземных вод на момент обследования, а также составление прогноза качества подземных вод.

В данном тезисе рассмотрены основные положения мониторинга подземных вод на предприятиях атомной отрасли и этапы его проведения. В качестве примера приведена система мониторинга на промплощадке одного из подобных предприятий.

### **Этапы проведения мониторинга подземных вод**

Этап 1 – сбор, изучение и систематизация фондовых, архивных материалов и данных. Необходимо изучить геолого-гидрогеологические, геоэкологические условия исследуемой территории. Для этого проводится сбор и анализ всех имеющихся материалов инженерно-геологических, инженерно-экологических и других изысканий, проводившихся ранее. Основным интерес представляют работы по изысканиям, проводившимся до начала строительства объекта, поскольку эти данные отражают естественные характеристики территории (так называемые «фоновые» значения).

Этап 2 - сбор сведений обо всех источниках загрязнения, находящихся на территории предприятия, сведений о качественном и количественном составе образующихся отходов и имеющихся сбросах. Это необходимо для обоснования размещения пунктов наблюдательной сети и выявления основных индикаторов потенциального воздействия предприятия на подземные воды.

Этап 3 – натурные наблюдения, рекогносцировочное обследование территории предприятия и действующей системы мониторинга подземных вод. Данный вид работ проводится для оценки технического состояния имеющихся на предприятии наблюдательных скважин. Режимная сеть наблюдательных скважин обычно является основой для проведения мониторинга подземных вод. Хорошее состояние скважин – один



из основных критериев получения достоверной информации о состоянии подземных вод. Технически неисправные скважины могут давать некорректные результаты. В частности, заиливание фильтров скважин приводит к затрудненному поступлению воды в скважину. Искривление ствола скважины и малый диаметр фильтровых колонн (менее 108 мм) не позволяет проводить прокачку подземных вод перед отбором проб. На всех скважинах должны быть защитные крышки, предотвращающие попадание атмосферных осадков и бытового мусора в скважину.

Этап 4 - оценка состояния текущей системы мониторинга и достаточности этой системы на предприятии. Расположение скважин должно учитывать направление потока подземных вод, а также местоположение источников загрязнения, обеспечивать возможность выявления распространения загрязнения как по площади, так и по глубине. Обычно скважины располагают по нескольким профилям перпендикулярно направлению движения подземных вод. Наиболее близкие к источнику техногенного воздействия скважины размещают вокруг него на расстоянии 5-10 м. Обязательно бурится 1-2 скважины выше по потоку подземных вод от источника воздействия для определения фоновых значений определяемых показателей и характеристики потенциальных источников загрязнения, расположенных вне предприятия.

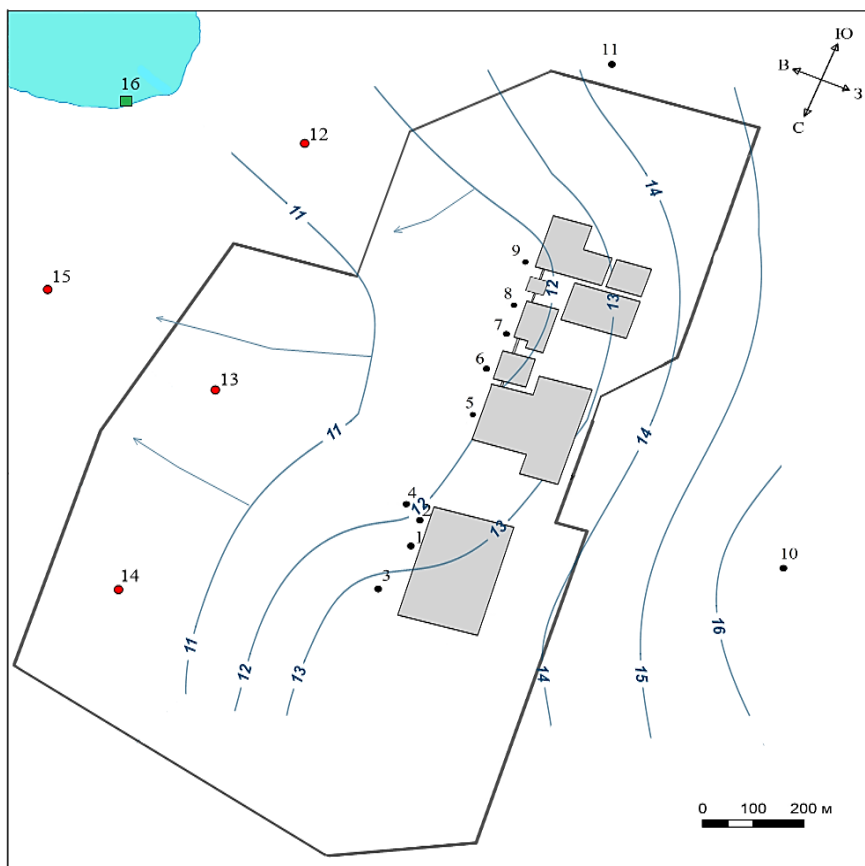
При выявлении недостаточности количества скважин, или же при неисправном их состоянии проводятся работы по технической реконструкции скважин и производится бурение новых скважин. Проверка работоспособности наблюдательных скважин производится 2 раза в год.

Этап 5 - проведение наблюдений. После создания сети наблюдательных скважин скважины оборудуются для проведения в них регулярных наблюдений радиационного, гидрохимического, гидродинамического и температурного видов мониторинга.

Отбор, хранение и транспортирование проб подземных вод осуществляются в соответствии с ГОСТ 4979-49, ГОСТ Р 51592 и МР 2.6.1.27-2003. На начальном этапе проведения наблюдений пробы подземных вод отбираются как можно чаще для выявления основных компонентов загрязнения подземных вод. В дальнейшем, при отсутствии значительных изменений, измерения можно проводить 1 раз в квартал, а также сократить число наблюдаемых компонентов, проводя определение только представительных индикаторов. При обнаружении превышений по  $\alpha$ - и  $\beta$ -радиоактивности следует проводить развернутый анализ радионуклидов для выявления природы загрязнения (техногенной или естественной).

Результаты наблюдений заносятся в специальные базы данных, где затем обрабатываются. По результатам строятся карты гидроизогипис, геолого-гидрогеологические разрезы, карты ореолов загрязнения, составляются информационные отчеты.

Полученные результаты мониторинга используются для разработки прогнозных моделей. Задачей моделирования является прогноз распространения загрязняющих компонентов от источника загрязнения [3].



- 1- наблюдательные скважины; 2- ядерно- и радиационно опасные объекты (ЯРОО);
- 3- граница промплощадки;
- 4- поверхностный водный объект; 5- гидроизогипсы; 6- направление потока; 7- проектные наблюдательные скважины; 8- проектный пункт отбора проб поверхностных вод.

**Рисунок 1.** Схема расположения ЯРОО и скважин наблюдательной сети на рассматриваемой промплощадке

### Характеристика рассматриваемого объекта

Промплощадка предприятия находится в промышленной зоне, в состав которой также входит несколько других объектов атомной промышленности, каждый из которых является потенциальным источником воздействия на компоненты окружающей среды. На предприятии производятся работы по изготовлению, эксплуатации и утилизации средств обращения с радиоактивными веществами и отходами.

На промплощадке рассматриваемого предприятия находится ряд ядерно- и радиационно опасных объектов (далее-ЯРОО), в основном это хранилища радиоактивных отходов. Также на промплощадке присутствует сеть скважин для наблюдения за режимом и составом подземных вод нижнекембрийского водоносного горизонта (рисунок 1). Гидрогеологические условия на изученную глубину характеризуются наличием двух водоносных горизонтов: четвертичный водоносный горизонт и нижнекембрийский водоносный горизонт, гидравлически связанный с четвертичным горизонтом в местах отсутствия локального водоупора.

Разгрузка нижнекембрийского водоносного горизонта происходит в близлежащие поверхностные водные объекты, которые имеют рыбохозяйственное назначение. Воды нижнекембрийского водоносного горизонта используются для хозяйственно-питьевого





водоснабжения соседних населенных пунктов, но водозаборы находятся выше по потоку, поэтому загрязнение подземных вод предприятием не представляет угрозы для населения.

Карта гидроизогипс нижнекембрийского водоносного горизонта представлена на рисунке 1. Структура потока определена по разведочным и пробуренным ранее скважинам на промплощадке и за ее пределами.

Основной задачей системы мониторинга химического и радионуклидного загрязнения подземных вод в пределах рассматриваемой промплощадки является определение наличия (отсутствия) загрязнения от деятельности данного объекта [4]. Поэтому большинство наблюдательных скважин (№ 1-9, 11) располагаются вблизи основных ЯРОО и ниже по течению подземных вод. Скважина №10, характеризующая «фон» территории, располагается выше по потоку.

Для своевременного выявления возможных зон подтопления строений промплощадки, в том числе и хранилищ радиоактивных отходов, проводятся наблюдения за уровнями грунтовых вод.

Места отбора проб, частота отбора проб и контролируемые параметры определены программой мониторинга на предприятии и представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Перечень работ в соответствии с программой мониторинга

Контролируемый объект природной среды	Место отбора	Кол-во точек	Периодичность опробования	Контролируемые параметры
Подземные воды (нижнекембрийский водоносный горизонт)	Промплощадка предприятия	9	1 раз в квартал	Суммарная активность β-излучающих радионуклидов, объемная активность <sup>3</sup> H, удельная активность <sup>137</sup> Cs, <sup>90</sup> Sr, <sup>40</sup> K
	За пределами промплощадки	2	1 раз в квартал	
Грунтовые воды	Промплощадка предприятия	9	1 раз в месяц	Уровень грунтовых вод

#### Рекомендации

В рамках расширенного мониторинга на рассматриваемой промплощадке рекомендуется бурение 4 новых наблюдательных скважин (№ 12-15) ниже по потоку подземных вод (рисунок 1). В этих скважинах следует вести наблюдения за химическим и радионуклидным составом для определения ореолов загрязнения. Также рекомендуется проведения контрольного химического и радионуклидного опробования вод поверхностного водного объекта (проектный наблюдательный пункт № 16), который является областью разгрузки нижнекембрийского водоносного горизонта, для оценки воздействия предприятия на поверхностные воды.

#### Литература

- 1) Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.07.2019) "Об охране окружающей среды".
- 2) Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах. МПР РФ, Государственный центр мониторинга геологической среды от 25.97.2000 г.
- 3) Методические рекомендации по ведению объектного мониторинга состояния недр на предприятиях Госкорпорации «Росатом». Москва, ФГУП «Гидроспецгеология», 2010 г.



- 4) Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации – Приказ МПР РФ №443 от 21 мая 2001 г.



## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

*Кривомазов А.А. (МГРИ им.Серго Орджоникидзе, anton-krivomazov@mail.ru )*

### **Аннотация**

Мировое сообщество постепенно приходит к пониманию, что исчерпаемые ресурсы нашей планеты рано или поздно закончатся. В связи с этим государства предпринимают попытки введения программ по развитию возобновляемых источников энергии, развитие которых помогло бы снизить потребление традиционных видов топлива, а также дать толчок к последующему применению возобновляемой энергетики в мировом масштабе. Россия, ввиду огромных запасов углеродного сырья и общей ориентированности экономики на использование исчерпаемых природных ресурсов, пока что не проводит активной политики по внедрению возобновляемых источников в энергосети, но развитие данной отрасли в нашей стране не стоит на месте, хоть и сталкивается с рядом проблем.

### **Ключевые слова**

Возобновляемая энергетика, альтернативная энергетика, биотопливо, энергия солнца и ветра

Перед тем как переходить к основной теме доклада, необходимо разграничить два понятия – альтернативная и возобновляемая энергетика.

Возобновляемые источники энергии; ВИЭ: Источники энергии, образующиеся на основе постоянных или периодических природных процессов, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человека [1].

Альтернативные источники энергии: Возобновляемые и невозобновляемые источники, использование энергии которых на современном этапе развития энергетики приобретает хозяйственную значимость [1].

Данные определения встречаются практически в каждом источнике информации, касающемся темы возобновляемой энергетики. Как видно из определений, альтернативными источниками могут являться и виды невозобновляемых ресурсов, если на данный момент их использование экономически выгодно.

С начала XXI века солнечная и ветровая энергетика были одними из самых быстрорастущих отраслей экономики в мире со среднегодовым темпом роста 32% и 27% соответственно при среднем мировом темпе роста производства электроэнергии за 2000-2008 годы 3,4%. Мировыми лидерами по общей установленной мощности ВИЭ являются Китай, США, Германия.

В России поддержка и стимуляция ВИЭ-генерации осуществляется преимущественно посредством механизма заключения договоров на поставку мощности ВИЭ (ДПМ ВИЭ), который функционирует на оптовом рынке электроэнергии и мощности с 2013 года и рассчитан до 2024 года. Его суть в проведении конкурсных отборов мощности в разрезе трех видов ВИЭ —энергии солнца, ветра и гидроэнергетики (до 25 МВт) — и обеспечивает необходимую окупаемость проектов для инвесторов посредством фиксирования стоимости единицы мощности. Главный критерий конкурсов



- предлагаемая в проекте цена мощности. Подобна конфигурация поддержки ВИЭ в России уникальна, так как она ориентирована на поддержку строительства производственных мощностей, а не на продажу электроэнергии (например, «зеленые» тарифы) как в большинстве передовых с точки зрения развития ВИЭ стран мира. На розничных рынках в России поддержка реализуется включением объектов ВИЭ-генерации в схемы развития электроэнергетики в регионах и формирования для них долгосрочных тарифов с обязанностью сетевых компаний покупать электроэнергию. На изолированных территориях внедряется механизм долгосрочных тарифов. За 2015- 2018 годы общий объем ввода в строй объектов солнечной и ветровой генерации в России составил около 620 МВт (в пределах ЕЭС России), из которых 85% пришлось на солнечные станции, 15% — на ветровые станции (Ульяновская область) [2],[5].

В России на данный момент наиболее распространены 5 отраслей ВИЭ, в списке ниже они представлены в порядке ее убывания:

- Энергия биомассы
- Малая гидроэнергетика (менее 30 МВт)
- Геотермальная энергетика
- Ветровая энергетика
- Солнечная энергетика

Данные, представленные на рисунке 1 основаны на Обзоре Минрегиона состояния ВИЭ по федеральным округам и достаточно оптимистичны. Все отрасли возобновляемой энергетики обладают впечатляющим техническим потенциалом, но с экономической точки зрения экономического потенциала ощутимо проигрывает солнечная энергия. Связано это с дороговизной производства фотоэлементов, а также с тем, что эффективность их использования во многом зависит от сезона года.

Несмотря на достаточно скромные показатели у энергии биомассы, на данный момент она является наиболее быстрорастущей и перспективной, в первую очередь, за счет производства топливных гранул. Пока что данная отрасль рынка ориентирована на экспорт гранул в Европу, но при должном развитии она вполне способна занять свою нишу на внутреннем рынке и получить дальнейшее развитие.

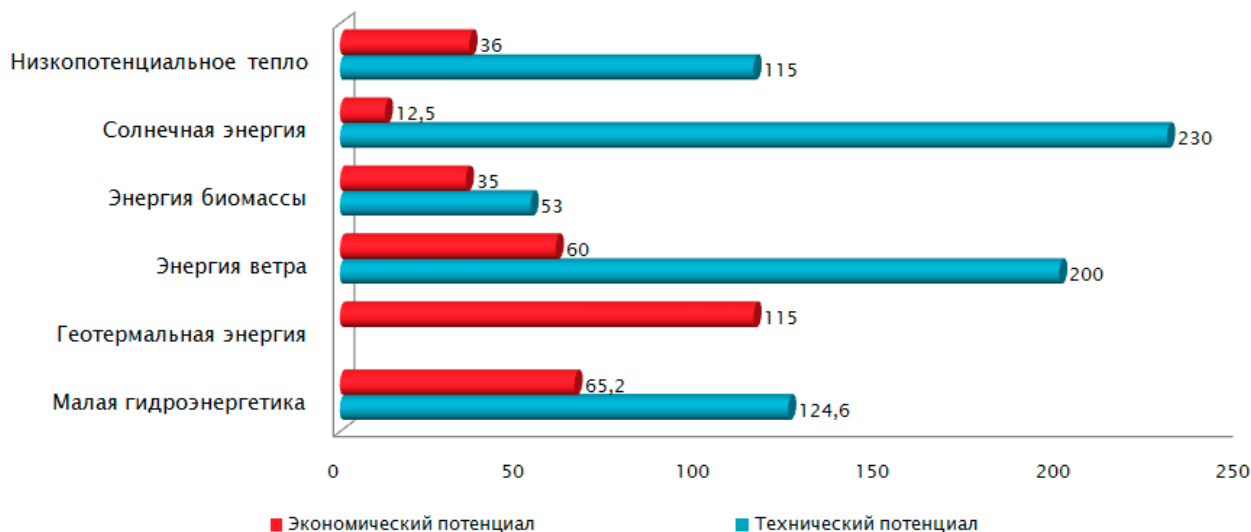
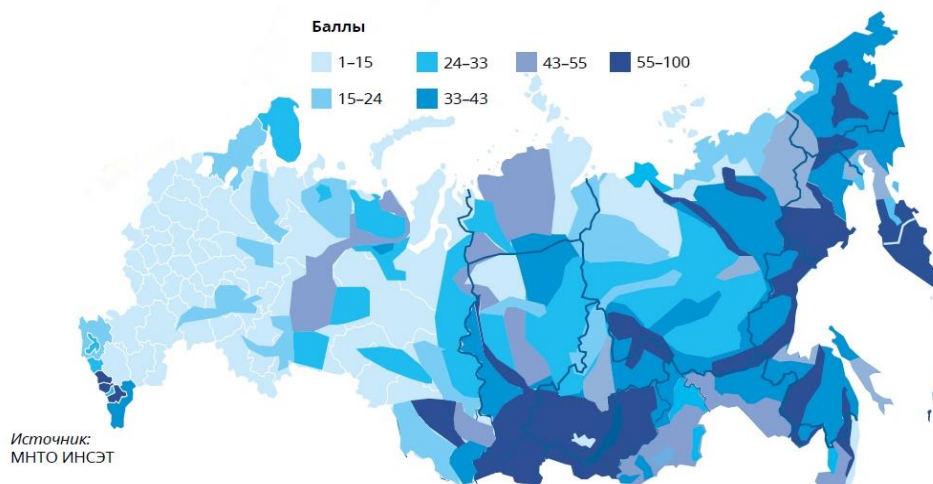


Рис 1. Экономический и технический потенциалы ВИЭ



Не менее перспективной для нашей страны выглядит и отрасль малой гидроэнергетики. К сожалению, в 2002 году доля энергии, производимой на малых ГЭС составляла всего 2% от общего производства, да и сейчас данная отрасль поддерживается, по большей части, за счет энтузиастов [4]. Многие малые гидроэлектростанции выведены из энергосети или списаны, при этом малые реки России обладают огромным энергетическим потенциалом, что можно увидеть на рисунке 5.



**Рис 2.** Гидроэнергетический потенциал малых рек России [3]

Из основных проблем, с которыми сталкивается развитие возобновляемой энергетики в России самой главной является неподготовленность законодательной базы и недостаточная гибкость экономики. Вторая проблема относится, скорее, к общемировым. Пока возобновляемые источники не докажут свою экономическую эффективность относительно традиционных, использование их в должном объеме мы не увидим. С другой стороны, ориентированность мировой экономики на использование исчерпаемых ресурсов буквально тормозит развитие новых источников энергии, которые могут дестабилизировать рынок. В России это еще более заметно, так как наша страна находится в списке лидеров по запасам углеродного сырья всех видов.

Отрасль возобновляемой энергетики является для нашей страны новой и сейчас важно определить, какие ее отрасли будут приоритетными для развития в нашей стране. Важно также выделить районы потребления, начиная с которых уже можно будет внедрять электростанции на альтернативных источниках в общую энергосеть.

### Литература

1. ГОСТ Р 52104-2003 Ресурсосбережение. Термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200032451>
2. Энергетический бюллетень “Поддержка ВИЭ-генерации: тенденции и возможности” Аналитического центра при правительстве РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/21961.pdf>
3. Возобновляемые источники энергии в регионах Российской Федерации: проблемы и перспективы. О.С. Попель
4. “Состояние и проблемы малой гидроэнергетики России Тенденции в развитии мини-ГЭС” презентация Бляшко Я.И. - Генеральный директор ЗАО «МНТО ИНСЭТ»
5. Энергетический бюллетень “Поддержка ВИЭ-генерации: тенденции и возможности” Аналитического центра при правительстве РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/21961.pdf>





## РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ЗНАЧЕНИЯ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОМ ТРАНСПОРТЕ Г. МОСКВЫ

*Марусов Н.А. \*(Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), nikos.m@mail.ru)*

**Аннотация:** работа содержит информацию о результатах замеров значения магнитной индукции электромагнитных полей в разных типах электрифицированного транспорта г. Москвы. В работе представлен анализ результатов замеров значения магнитной индукции, проведенных летом 2019 года, рассмотрены меры защиты от воздействия электромагнитных полей.

**Ключевые слова:** экология Москвы, электромагнитное поле, магнитная индукция, плотность магнитного потока, транспорт Москвы.

и течение XX века воздействие антропогенных электромагнитных полей в окружающей нас среде неуклонно возрастало. Сегодня на каждого из нас воздействует целый комплекс слабых электрических и магнитных полей, в частности в транспорте.

Измерения индукции электромагнитного поля были проведены прибором ИМП-05/1 (частота 5 Гц – 2кГц). Для проведения измерений был составлен план проведения замеров, в который вошли поезда метрополитена, троллейбусы, поезда МЦК, трамваи. В метрополитене было выделено 4 основных типа поездов, которые сегодня находятся в эксплуатации: 81-717/714 и 81-717.5/714.5 (номерные), 81-740/741 «Русич», 81-760/761/762 «Ока», "Москва". Измерения проводились в первом, центральном и последнем вагонах во время разгона, умеренного движения с приблизительно постоянной скоростью, во время торможения. В каждый этап пути поезда в отдельно взятом вагоне из 3 названных (первый, центральный, средний) было сделано по 5 замеров. Впоследствии из них высчитывался средний показатель. Таким методом были проведены измерения в 4 типах поездов московского метрополитена, а также в поезде «Ласточка», который используется на МЦК.

Для измерения индукции ЭМП в трамваях были взяты 2 модели, наиболее распространенные по Москве: Трамвай Tatra T3 МТТМ (старый), Трамвай 71-931М «Витязь-М» (новый). Методика измерений аналогична проведению замеров в метрополитене.

Для изучения ЭМП в троллейбусах были взяты 3 типа данного транспорта: МТРЗ-5279, АКСМ-321, Тролза-5265 «Мегаполис». Методика измерений осталась идентичной за исключением отсутствия вагонов в троллейбусах.

Результаты измерений.

Таблица 1. Магнитная индукция. Номерные вагоны

Индукция магнитного поля	81-717/714 и 81-717.5/714.5 (номерные)		
	первый вагон	центральный вагон	последний вагон
Разгон, нТл	1500	1600	1600
Середина пути, нТл	500	800	650
Торможение, нТл	1000	1200	900
Среднее по вагонам, нТл	1000	1200	1050
Среднее по поезду целиком, нТл	1083,333333		



Таблица 2. Магнитная индукция. «Русич»

	81-740/741 «Русич»		
Индукция магнитного поля	первый вагон	центральный вагон	последний вагон
Разгон, нТл	1800	1500	1500
Середина пути, нТл	800	600	650
Торможение, нТл	1000	800	800
Среднее по вагонам, нТл	1200	966,6666667	983,3333333
Среднее по поезду целиком, нТл	1050		

Таблица 3. Магнитная индукция. «Ока»

	81-760/761/762 «Ока»		
Индукция магнитного поля	первый вагон	центральный вагон	последний вагон
Разгон, нТл	1400	1400	1300
Середина пути, нТл	1000	800	1000
Торможение, нТл	1200	900	900
Среднее по вагонам, нТл	1200	1033,3333333	1066,6666667
Среднее по поезду целиком, нТл	1100		

Таблица 4. Магнитная индукция. «Москва»

	"Москва"		
Индукция магнитного поля	первый вагон	центральный вагон	последний вагон
Разгон, нТл	1300	800	1000
Середина пути, нТл	1000	500	700
Торможение, нТл	1200	1200	1100
Среднее по вагонам, нТл	1166,6666667	833,3333333	933,3333333
Среднее по поезду целиком, нТл	977,7777778		

На основе этих 4 таблиц можно сделать вывод о том, что, в целом, в новых вагонах метрополитена наблюдается снижение уровня электромагнитной индукции по сравнению с более ранними моделями. Предположительно, это связано с наличием более экономичных двигателей и современной отделки внутри вагонов.

Таблица 5. Магнитная индукция. «Трамваи и троллейбусы»

	Трамвай Tatra T3 МТТМ (старый)	Трамвай 71-931М «Витязь-М» (новый)	Троллейбус
Индукция магнитного поля			
Разгон, нТл	700	1150	
Середина пути, нТл	800	850	200
Торможение, нТл	400	900	
Среднее, нТл	633	966	200

По данным таблицы 5 можно сделать вывод о том, что в старых трамваях уровень магнитной индукции заметно ниже, чем в новых. Предположений о причинах этого явления на данный момент нет.

В троллейбусах разных моделей наблюдается стабильный уровень магнитной индукции.



Таблица 6. Магнитная индукция. «Ласточка МЦК»

Индукция магнитного поля	"Ласточка"		
	первый вагон	центральный вагон	последний вагон
Разгон, нТл	100	100	100
Середина пути, нТл	150	60	80
Торможение, нТл	250	100	150
Среднее по вагонам, нТл	166,6666667	86,66666667	110
Среднее по поезду целиком, нТл	121,1111111		

Исходя из таблицы 6, можно сделать вывод о том, что в поездах «Ласточка», курсирующих по Московскому Центральному Кольцу (МЦК) наблюдается самый низкий уровень электромагнитной индукции среди всего транспорта, в котором проводились измерения для данной работы.

В связи с тем, что в законодательной базе РФ нет специального документа, регламентирующего предельно допустимые уровни магнитной индукции в транспорте, полученные данные измерений будут сравниваться с нормативами в производственных условиях, а также с нормативами временно допустимых уровней электромагнитной индукции, создаваемых ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) на рабочих местах [рисунок 1].

Таблица 7. Допустимые уровни воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц [3]

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н (А/м)/В(нТл) при воздействии	
	общем	локальном
<= 1	1 600 / 2000000	6400 / 8000000
2	800 / 1000000	3200 / 4000000
4	400 / 500000	1600 / 2000000
8	80 / 100000	800 / 1000000

Таблица 8. Временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [2]

Наименование параметров	ВДУ	
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл

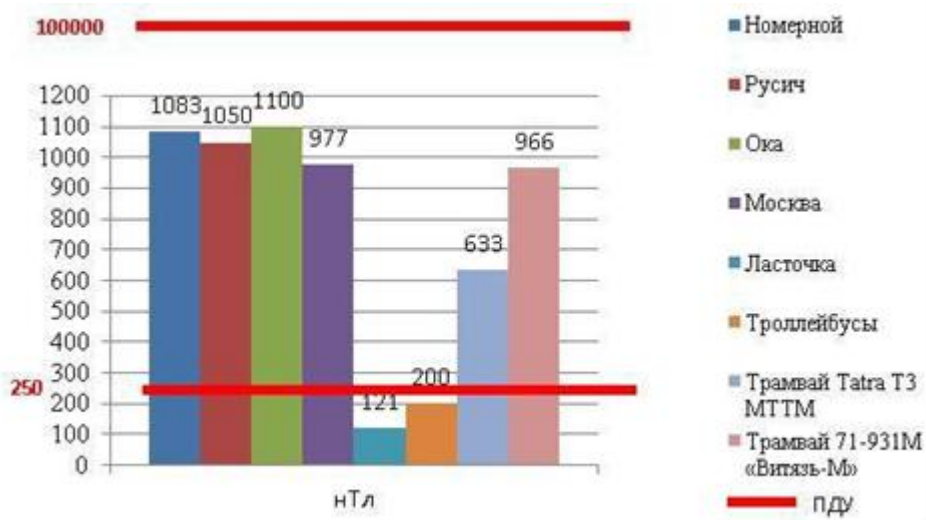


Рисунок 1. Сравнение показаний замеров с нормативами

Несмотря на неоднозначные мнения о воздействии электромагнитных полей на здоровье людей, считаю необходимым принимать профилактические меры, чтобы избежать потенциального негативного влияния ЭМП на человека.

Таковыми мерами могут быть: снижение энергопотребления двигателей; уменьшение доз излучения, исходящих от различных электрифицированных частей транспортных средств, путем модернизации их технологического строения; использование большего количества защитных экранов и обшивок, а также повышение их качества и уровня защиты; строгое соблюдение государственных нормативов в области электромагнитного излучения; сокращение времени, проводимого в электрифицированном транспорте.

Таким образом, в ходе работы было выяснено, что самый безопасный по параметру уровня электромагнитного излучения электрифицированный транспорт – троллейбус и поезд «Ласточка» (МЦК). В настоящее время нет четкого мнения и данных насчет вреда здоровью человека от воздействия электромагнитных полей, однако очевидно, что исследования в этом направлении должны продолжаться, а также должны приниматься профилактические меры по снижению уровня электромагнитного излучения для избежания потенциальных негативных последствий.

### Литература

1. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. (Тезисы докладов), Пущино, 27 - 31 окт. 1987 г. Дата обращения: 05.12.2019
2. СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Дата обращения: 05.12.2019
3. СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях". Дата обращения: 05.12.2019
4. Статья «Электромагнитные поля (ЭМП)». Всемирная организация здравоохранения. Режим доступа: <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/ru/index5.html>. Дата обращения: 01.12.2019



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ПРЕВЕНТИВНОЙ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОТВАЛОВ

Мухина А.С. (Санкт-Петербургский горный университет,  
aleksandra\_sergeevna94@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлен анализ влияния отвальных сооружений угольных месторождений на инженерно-геологические и геоэкологические условия территории; рассмотрены основные причины нарушения устойчивости техногенных массивов; представлена оценка возможности применения растительных индикаторов для контроля изменения факторов, обеспечивающих устойчивость отвалов; в заключительной части приводится отечественный и зарубежный опыт применения различных рекультивационных мероприятий для снижения негативного воздействия техногенных насыпных массивов в горной отрасли, в частности, при открытой добыче угля.

**Ключевые слова:** отвалы, техногенный массив, оценка устойчивости инженерно-геологические условия, геоэкологические условия, гидродинамический режим, биоиндикаторы, рекультивация отвалов.

По данным Минэнерго, в последние годы наблюдается стабильный рост добычи угля, в частности, на территории Кузбасса (рис. 1) [1]. Горнотехнические сооружения составляют 80% нарушенных территорий, занимают площади от десятков до тысяч гектаров. Разработка угля открытым способом считается самым продуктивным и дешевым, но данный метод не учитывает сильных нарушений окружающей среды.

Для решения актуальной проблемы охраны окружающей среды и рационального использования земельных ресурсов встают вопросы сокращения площадей земельного отвода и возврат поверхностей отвальных сооружений, путем увеличения параметров горнотехнических сооружений и дальнейшей их рекультивации. Внедрение высотного складирования вскрышных отходов наряду с природоохранным эффектом дает возможность получить значительный экономический эффект, однако данный способ требует детального изучения влияния таких сооружений на инженерно-геологические условия участка размещения отвалов, а также на компоненты природной окружающей среды.

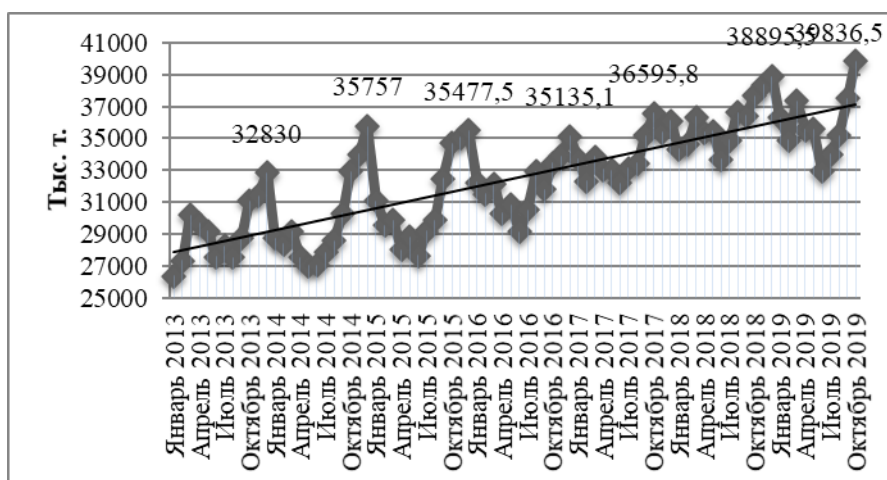


Рисунок 1. Статистика добычи угля в России в период с 2013 по 2019 гг. (данные Министерства энергетики РФ)





Исследования параметров отвалов проводились на примере крупнейшего Кузнецкого угольного бассейна. Объектом исследования являются территории нарушенные внешним отвалообразованием угольной промышленности, а также техногенные вскрышные породы, образующиеся при разработке открытым способом угольных месторождений.

Причиной нарушения устойчивости отвальных сооружений является несоответствие параметров отвалообразования прочности отвального массива и его основания. Известно, что прочностные свойства массива горных пород зависят от его строения, вещественного состава, физического и напряженного состояния, которые, в свою очередь, определяются совокупностью природных и технологических факторов. Выделение факторов, влияющих на устойчивость отвалов в каждом конкретном случае, производится на основании анализа инженерно-геологических, гидрогеологических, технологических, а также геоэкологических условий отвальных сооружений.

В геологическом строении района работ участвуют каменноугольные и пермские отложения, относящиеся, в основном, к балахонской и кольчугинской сериям, а также покровные неоген-четвертичные отложения. Четвертичные отложения в районе распространены повсеместно. (табл. 1).

В целом отложения четвертичного возраста в естественном залегании характеризуются низкими значениями поверхностных показателей, небольшой плотностью сложения и высокой степенью влажности. При этом следует учитывать, что дополнительное увлажнение их может привести к значительному снижению устойчивости и вызвать развитие оползневых явлений.

Литологический состав нижнепермских осадочных пород представлен песчано-глинистыми разностями – от среднезернистых песчаников до аргиллитов и каменным углем. Осадочные породы в верхней части разреза затронуты выветриванием.

*Таблица 1. Средний состав вскрышных пород угольных разрезов*

Наименование	Песчаник	Алевролит	Аргиллит	Суглинок и глина	Уголь
Количество, %	31-80	14-57	до 17	до 22	2-6

Сегрегация пород в отвале приводит к изменению гранулометрического состава пород, и как следствие, фильтрационные свойства их уменьшаются до значений, когда в балансе поступление воды за счет инфильтрационного питания будет выше, чем ее отток из массива, зависящий от величины его водопроницаемости. Таким образом, в отвале формируется водоносный горизонт, вода из которого фильтруется в породы основания, что существенно сказывается на условиях устойчивости их откосов.

Другой гидродинамической особенностью отвалообразования на водоносном слабом основании является образование в нем избыточного порового давления, как результат воздействия веса отсыпанного отвала на водоносный слабопроницаемый сжимаемый породный массив. При интенсивной отсыпке отвала, образовавшееся в основании избыточное поровое давление, не рассеивается полностью и при дальнейшем развитии отвала продолжает накапливаться в откосе до критических величин, при которых происходит нарушение его устойчивости [2,3].

Таким образом, одной из возможных версий механизма перемещения отсыпанного в отвал глинистого материала за пределы сооружения может являться оползание и оплывание откосов в связи с потерей прочности отвальной массы вследствие увлажнения подземными и поверхностными водами. Следует отметить, что обычно гидрогеологические исследования на отвалах практически не проводятся.

Такие техногенные формы, как отвалы, дренируют местность, нарушая существующий водный баланс территории. Крутые откосы зачастую подвержены



оползням, водной и ветровой эрозии и заболачиванию. Эффективное использование крутых склонов, а также их озеленение затруднительно.

Зачастую, одной из возможных причин потери прочности отвальной массы является переувлажнение подземными и поверхностными водами откосов, вследствие нарушения гидрологического режима.

В ходе визуального обследования отвалов «Южный» и «Северный» разрезов, приуроченных к Ерунаковскому геолого-экономическому району Кузбасса, на их откосах были зафиксированы оползневые тела и валы выпираания. Также были обнаружены различные водоемы как на поверхности, так и у подножия отвалов, появление которых связано с образованием в теле массивов водоносных горизонтов и интенсификацией выпадения осадков, до 56 % превышающая нормативные значения на данном участке в период с 2013 по 2018 гг.

Также на исследуемых участках отмечается угнетенное состояние растительности, обеднение ее состава, снижение продуктивности и проективного покрытия, с непосредственным его уничтожением или усилением доминирования синантропных видов.

Было уделено особое внимание исследованию растительных индикаторов. Выбор осуществляется на основе специфической реакции видов на действие конкретного природно-антропогенного фактора. Так, были зафиксированы деревья, растущие под углом за пределами зоны деформации, а также березы в угнетенном состоянии (6-8 лет), не характерные для данных условий произрастания. Даже однократное затопление корневой системы приводит к угнетению деревьев в следующем году, а затопление на глубину более 1 метра приводит к их гибели [4]. Данный факт свидетельствует о том, что до формирования отвалов данные территории не были поверхностно обводнены, а процесс затопления имеет циклический характер, также, как и процесс деформирования естественного основания и будет продолжаться до тех пор, пока естественный рельеф, нагруженный техногенным массивом, не придет в равновесное состояние. Поэтому, во избежание дальнейших подвижек массива, необходимо предусмотреть мероприятия, повышающие устойчивость и вести регулярный мониторинг сооружения.

При проектировании и эксплуатации отвальных сооружений необходимо проведение эффективных мероприятий, обеспечивающих предотвращение поверхностного стока с откосов и исключаяющих подтопление и заболачивание территории. Это достигается путем проведения горнотехнического и биологического этапов рекультивации [5,6]. На первом этапе производится выполаживание откосов; обустройство дренажных систем для перехвата вод инфильтровавшихся через тело отвала, а также вод поверхностного стока. Для предотвращения водной и ветровой эрозии складированной породы, а также для улучшения устойчивости откосов поверхность отвала должна быть укреплена растительным слоем.

Одна из наиболее результативной в этой сфере - Германия, где применяются высокие стандарты и высокоэффективная система госконтроля. Рекультивация в этих странах основывается на ландшафтно-экологическом анализе с разработкой перспективных планов дальнейшего его развития. Первостепенное значение придается лесо-, сельскохозяйственному и рекреационному направлениям рекультивации.

Примером является карьер Nochten, общая площадь рекультивированных земель составляет более 3 тыс. га и является зоной культурного отдыха, где представлены различные виды флоры и фауны.

По экономическим соображениям в условиях Кузбасса рекультивация проводится в основном по лесохозяйственному и санитарно-гигиеническому направлениям, с последующим самозарастанием. Таким образом проблема рационального землепользования не решается, а откладывается на неопределенный срок. Площадь нарушенных земель превышает площади рекультивируемых, и с каждым годом этот



разрыв только увеличивается. Проведение рекультивационных мероприятий позволит ликвидировать источники техногенного воздействия, земли будут выполнять средозащитную функцию. Таким образом, рекультивация может рассматриваться как часть нейтрализации последствий [6].

В ходе данной работы были рассмотрены различные гидродинамические и гидрогеомеханические условия в теле техногенного массива. Они показывают возможные варианты причин нарушения устойчивости. С другой стороны, в конкретных условиях отсыпаемого отвала могут возникать ряд гидрогеологических факторов, что приводит к снижению устойчивости отвалов, а также негативному воздействию на прилегающие территории в виде заболачивания. Стечение неблагоприятных гидрогеологических факторов в сочетании с высокой интенсивностью отвальных работ это обычная оползневых деформаций на отвальных сооружениях Кузбасса. Применение растительных маркеров может позволить выявить изменения инженерно-геологических и/или геоэкологических условий техногенных массивов до их внешнего проявления в виде оползней, оплывин и т.д.

### Литература

1. Министерство энергетики Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic> (дата обращения: 24.11.2019).
2. Кутепов Ю. И., Кутепова Н. А., Васильева А. Д. Обоснование устойчивости внешних отвалов Кузбасса и мониторинг их состояния // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 4. С. 109–120.
3. Kutepov Yu. I., Kutepova N. A., Karasev M. A., Vasileva A. D., Kutepov Yu. Yu. Hydrogeomechanical processes in development of spoil dumps and hydraulic fills // In V. Litvinenko (ed.) Eurock2018: Geomechanics and geodynamics of rock masses. Proceedings of the 2018 European rock mechanics symposium, 2018, pp. 1645-1652.
4. Даниленко, О.К., Угрюмов Б.И., Яремчук Р.И. Влияние затопления Богучанского водохранилища на продуктивность древостоев береговой полосы. // Международная научно-техническая конференция: сб. науч. тр.. Брянская гос. инжен.-технол. акад. 2007. № 17. С. 129-132.
5. Жариков В.П. Рекультивация гидроотвалов вскрышных пород на разрезах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. С. 42-47
6. Mukhina A. Geocological justification of reclamation of outer coal waste piles // Scientific and Practical Studies of Raw Material Issues-Litvinenko (Ed): CRS Press Taylor & Francis Group, 2020, London, pp. 157-164.



## ИТОГОВАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

*Сазонова В.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, vlada3303@yandex.ru),  
Крахина Е.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, l.k98@mail.ru),  
Савушкина Е.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, eu-savushkina@mail.ru)*

**Аннотация.** В работе представлена итоговая комплексная оценка экологического состояния двух малых рек: р. Городня и р. Лопасня, протекающих на территории Московского региона. Дана оценка степени техногенного трансформирования речных долин и геохимическая оценка поверхностных вод.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, экология Москвы, геохимические исследования, техногенное трансформирование русла.

В крупных агломерациях речные системы подвержены влиянию значительной антропогенной нагрузки. Высокая плотность застройки и автодорожной сети, повышенное содержание химических веществ в промышленных стоках и смывах с территорий, увеличение температуры воздуха, изменение влажности, рост годового количества осадков сильно сказываются на состоянии водных систем [2].

Для проведения экологического мониторинга и комплексного сравнения были выбраны две малые реки: р. Городня, протекающая на территории мегаполиса, и р. Лопасня, большая часть бассейна которой находится вне городских территорий Подмосковья [4]. Цель исследования – дать итоговую оценку экологического состояния рек Городня и Лопасня по данным мониторинга, проведенного в период с октября 2018 по июль 2019 г.

Русло реки Городня расположено на территории Юго-Западного и Южного административных округов г. Москвы [1]. Лопасня протекает по территории Новой Москвы и Московской области на юго-востоке от столицы [4]. По степени техногенной трансформации река Лопасня относится к 1 классу (сохранившаяся полностью), а река Городня – к 3 классу (сильно трансформированная) [3]. Результаты оценки техногенной трансформации русел рек представлены в Таблице 1.

Таблица 1 - Степень техногенной трансформации русел рек

Река	Общая длина реки		Подземные коллекторы		Открытое русло					
	Км	%	Км	%	Спрямо		Запружено		Естественное русло	
					Км	%	Км	%	Км	%
Городня	15,7	100	2,7	17	5	32	4,5	29	3,4	22
Лопасня	108	100	-	-	-	-	4,6	4,3	103,4	95,7

Естественное русло реки Городня составляет 22%, большая часть реки снивелирована городским строительством (запружена или убрана в коллекторы). Лопасня, протекающая вблизи небольших городских территорий, практически на всем



своем протяжении имеет русло, не преобразованное хозяйственной деятельностью – 95,7%, лишь у истока река запружена – 4,3%.

По данным лабораторных химических исследований, проведенных в октябре 2018 г., были рассчитаны средние величины значимых концентраций химических веществ и рН для каждой реки [3]. Результаты лабораторных исследований представлены в Таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение средних величин исследованных показателей двух рек [3]

№	Показатель	р. Городня	р. Лопасня	ПДК [5,6]
1	рН, единицы рН	<b>9,4</b>	<b>10,7</b>	6,5-8,5
2	Нитраты, мг\л	<b>50</b>	25	45
3	Медь, мг\л	<b>30</b>	<b>5</b>	1
4	Железо общее, мг/л	0	0	0,3
5	Сульфид, мг\л	<b>10</b>	0	3
6	Нитрит, мг/л	3	1	3,3

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в воде реки Городня выше содержание нитратов, меди, сульфидов и нитритов по сравнению с рекой Лопасней, протекающей в сельской местности. Воды реки в мегаполисе испытывают сильную антропогенную нагрузку за счет влияния прилегающих к водотоку промышленных территорий, крупных автомобильных и железных дорог. При сравнении рассчитанных средних показателей с ПДК установлено, что в реке Городня норматив превышен по четырем показателям из шести, а в реке Лопасня – только по двум.

Наличие высоких концентраций анализируемых химических веществ и высокая степень антропогенного воздействия на реку, расположенную в пределах мегаполиса, побудило на продолжение полевых и лабораторных исследований реки Городня в остальные сезоны года (зима: 23-26 февраля 2019 г., весна: 7-10 апреля 2019 г., лето: 6-9 июля 2019 г.) с целью дать более детальное описание и проследить динамику изменения концентраций элементов в течение годового цикла.

Во время проведения годового экологического мониторинга ни в одной из отобранных проб воды по пяти контрольным точкам не было зафиксировано наличия следующих веществ: никель, свинец, железо двухвалентное. Итоги мониторинга представлены в Таблице 3.

Таблица 3 - Сравнение средних величин исследованных показателей в воде реки Городня

Компонент	Октябрь	Февраль	Апрель	Июль	ПДК [5,6]
рН, ед. рН	<b>9,44</b>	<b>9,36</b>	<b>10,24</b>	<b>9,36</b>	6,5-8,5
Медь, мг\л	<b>25</b>	<b>74</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	1
Железо общее, мг/л	<b>12</b>	<b>16</b>	0	<b>12</b>	0,3
Хлорид, мг\л	177,5	307,5	168,6	129,6	350
Нитрит, мг/л	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>13</b>	0,4	3,3
Нитраты, мг\л	75	0	30	30	45
Активный хлор, мг/л	<b>0,48</b>	0	0	<b>0,72</b>	отсут.
Сульфид, мг\л	<b>6</b>	0	0	2	3
Гидрокарбонаты, мг/л	150,7	248,7	253,2	186	не норм.
ПАВ-А, мг/л	0,5	<b>1,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	0,5





Исследования по четырем сезонам года показали, что во всех пробах воды был превышен норматив водородного показателя среды для водных объектов культурно-бытового водопользования – среда щелочная. Высокие значения водородного показателя наблюдались в апреле, в связи с влиянием талых вод.

Концентрации меди значительно превышают ПДК в 5-300 раз в феврале, а в весенний период происходит снижение из-за активного увеличения биомассы. Соединения с медью способны попадать в поверхностные воды вместе с атмосферными осадками, содержащими выбросы предприятий по производству гальванических материалов (в бассейне реки расположен машиностроительный завод DOVLator).

Зимой появляется дефицит кислорода и наблюдается процесс просачивания соединений железа из гумусового горизонта, что приводит к увеличению концентрации общего железа. Весной снижение этого показателя обусловлено разбавлением талыми водами.

Сезонные колебания нитритов характеризуются повышением их концентрации в апреле в связи с началом разложения органического вещества.

Превышение ПАВ-А было зафиксировано в феврале на всех участках, это может быть связано с обработкой прилегающих территорий реагентами против гололеда [1].

На основе проведенного годового мониторинга поверхностного водотока реки Городня, можно отметить основные источники загрязнения – машиностроительный завод DOVLator, выбросы с которого, предположительно, влияют на изменения концентрации меди; МКАД, Бесединское и Варшавское шоссе, близость которых может быть причиной превышения ПДК хлоридов и ПАВ-А.

Таким образом, комплексная итоговая эколого-геохимическая оценка поверхностных водотоков Московского региона наглядно доказывает, что процессы урбанизации оказывают высокую техногенную нагрузку на реки в пределах городских систем. Деграция речных экосистем и снижение качества поверхностных вод малых рек влияет на экологическое состояние крупных поверхностных водотоков, служащих источником водозабора для целей питьевого водоснабжения, поэтому локальный мониторинг загрязнения малых рек является необходимым инструментом для оценки социально-гигиенической обстановки региона.

### Литература

1. Крахина Е.А., Сазонова В.В. Динамика изменения состояния вод реки Городня // В сборнике: Новые идеи в науках о Земле Материалы XIV Международной научно-практической конференции. МГРИ, Москва, 2019. С. 372-374.
2. Крахина Е.А., Сазонова В.В. Мониторинговые эколого-геохимические исследования реки Городня // В сборнике: Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты материалы международной научно-практической конференции: в 2 томах. ВГУ, Воронеж, 2019. С. 447-451.
3. Савушкина Е.Ю., Крахина Е.А., Сазонова В.В. Оценка степени влияния мегаполиса на малые реки // Экологические проблемы природо- и недропользования. Материалы XIX международной молодежной научной конференции. Издательство: Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 02-07 июня 2019 г. с. 304-307.
4. Савушкина Е.Ю., Крахина Е.А., Сазонова В.В. Эколого-геохимическая оценка поверхностных водотоков города Москвы и Московской области // Геология, геоэкология, эволюционная география. Коллективная монография. Под ред. Е. М. Нестерова, В. А. Снытко. Изд-во: РГПУ им. А. И. Герцена. Санкт-Петербург, 2018. С. 136-139.



5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901798042>. – Дата обращения: 05.05.2019.
6. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»: Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120>. – Дата обращения: 02.05.2019.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Степанов А.В. (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru), Алеева Р.Н. (МГРИ, rinataal96@mail.ru), Щерба В.А. (МГРИ, scherba\_ya@mail.ru)*

**Аннотация.** Изучены объёмы запасов и альтернативные варианты использования природного газа. В результате проведенного анализа сделан вывод о том, что природный газ может обеспечить комфортное развитие энергетики для удовлетворения растущих потребностей человечества в энергии при значительном сокращении нагрузки на окружающую среду. Этот газ будет основным источником энергии в процессе постепенного перехода на использование альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова.** Природный газ, перспективы использования, экология, окружающая среда.

Природный газ, получивший развитие как источник энергии, является всемирно признанным средством достижения широкого спектра человеческих потребностей. Вместе с тем в отношении перспектив использования природного газа существуют разные мнения, некоторые эксперты предпринимают попытки объявить «начало конца эры углеводородов», в связи с чем представляется актуальной задача исследования роли природного газа в современном мире и перспективы его использования для будущих поколений.

Природный газ - скопление газов, образовавшихся в недрах Земли при анаэробном разложении органических веществ. Основную часть природного газа составляет метан (СН<sub>4</sub>) — от 70 до 98 %. Газ в природе может находиться в: газовых залежах в пластах некоторых горных пород, в газовых шапках над нефтью или растворенным в нефти, в сланцевых породах [6].

К «нетрадиционным» углеводородам относятся ресурсы, расположенные в сложных геологических условиях в «нетрадиционных» ловушках, требующие применения новых методов разведки, добычи, переработки и транспортировки. К этим ресурсам относятся углеводороды, технологии извлечения которых либо отсутствуют на сегодняшний момент, либо будут доведены до промышленного внедрения уже в среднесрочной перспективе: газ газовых гидратов, газ угольных пластов, попутный газ, арктический глубоководный [2].

В природе объём нетрадиционного природного газа во много раз выше объёма традиционного, однако стоимость добычи нетрадиционных газов на данный момент достаточно велика, что она на сегодня не всегда рентабельна. Доказано, что значительное количество углеводородов находится в мантии Земли, но в настоящее время, ввиду технической недоступности, они не представляют практического интереса [3].

По данным компании ВР (British Petroleum) сейчас в мире разведано 197 трлн. м<sup>3</sup> природного газа. В пятёрку лидеров входит Россия, США и страны Персидского залива. (см. табл. 1) По добыче природного газа на мировой арене лидирует США – 865 млрд м<sup>3</sup> в год. Рост разведки и добычи природного газа наблюдается во всем мире. Например, значительное увеличение объёмов добычи отмечается в Испании, за 2018 год этот показатель составил 167% по отношению к 2017 году, далее в списке Турция – 43%. Всего в мире ежегодно добывают около 4 трлн т природного газа год.



Таблица 1. Мировые лидеры по запасам природного газа [5]

	Страна	Запасы, трлн м <sup>3</sup>	Доля от мировой добычи, %
1	Россия	47,800	24,23 %
2	Иран	33,720	17,09 %
3	Катар	24,070	12,20 %
4	США	8,714	4,42 %
5	Саудовская Аравия	8,619	4,37 %

В современном мире природный газ играет важную роль по нескольким причинам. Это дешёвый источник энергии, природный газ занимает третью строчку в списке самых продаваемых продуктов в мире, то есть многие экономики мира находятся в прямой зависимости от газового углеводородного топлива. Это один из самых экологически чистых источников энергии.

Природный газ является одним из самых дешевых ресурсов. В эквивалентном количестве энергии (на 1 МВт) капиталоемкость природного газа (по данным Министерства энергетики США) составляет \$ 1023, тогда как, например, солнечной энергии – \$ 3873. Использование природного газа требует минимального вовлечения земельных ресурсов. В то время, как 6 млн га пахотных земель теряются ежегодно.

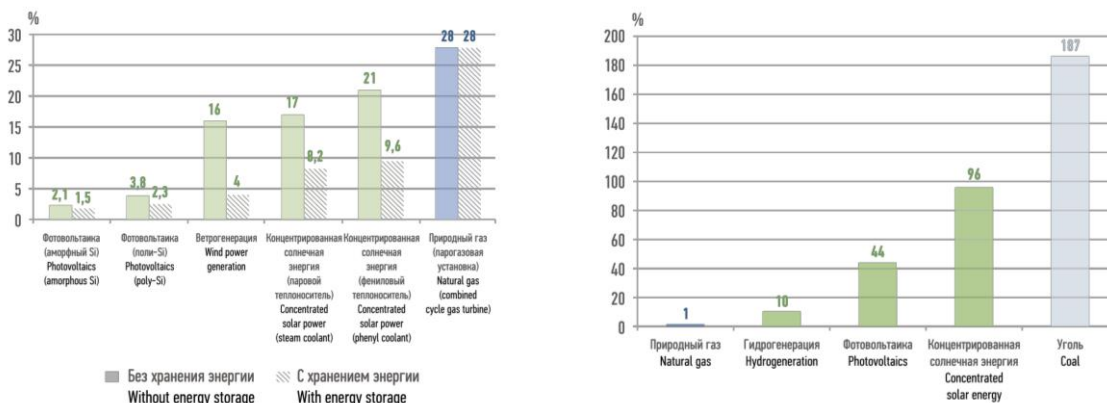


Рисунок 1. Вклад в использование земельных ресурсов различных источников электроэнергии (слева) и энергетическая рентабельность различных источников энергии (справа) [1].

Прогнозируются рост потребления природного газа во всех отраслях, а также снижение потребления угля и нефти.

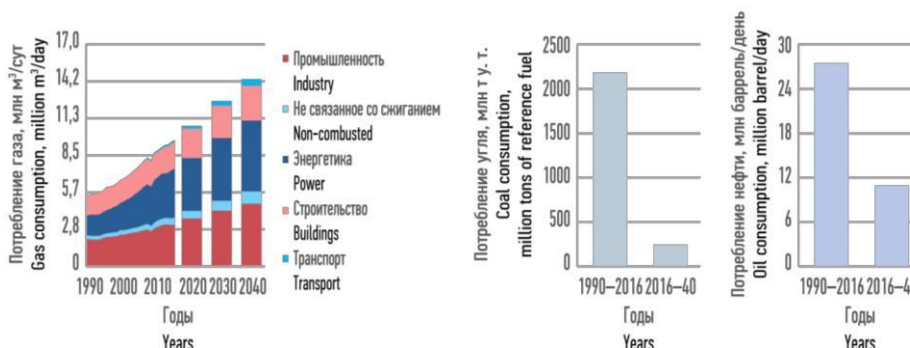
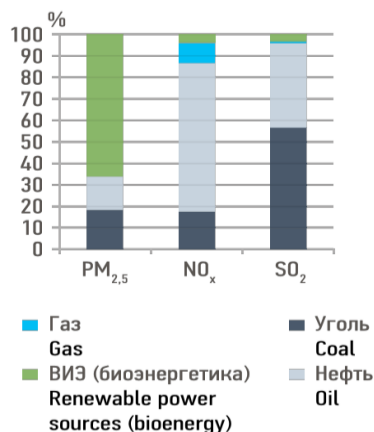


Рисунок 2. Перспективы роста потребления природного газа: а) потребление природного газа по секторам; б) потребление угля в 1990–2040 гг.; в) потребление нефти в 1990–2040 гг. [1].



Газификация способствует улучшению обстановки состояния воздушной атмосферы. Сегодня более половины человечества живут в городах, особенно остра проблема загрязнения воздушной атмосферы в Китае и Индии, 9 из 10 человек, проживавших в городах этих стран, дышат воздухом, который не отвечает установленному ВОЗ стандарту безопасности [1]. Анализируя вклады в загрязнение атмосферного воздуха такими загрязняющими веществами, как взвешенные частицы, оксиды азота и оксиды серы, основных источников энергии можно сказать, что, в сравнении с другими источниками, вклад в загрязнение газа минимален.



**Рисунок 3.** Вклад различных источников энергоресурсов в глобальные выбросы токсичных веществ [1].

По прогнозам Международного энергетического агентства (ИЕА) [8], природный газ станет самым востребованным ископаемым топливом с ежегодным постоянным ростом потребления в период до 2035 года, охватывающим все регионы. Природный газ останется наиболее предпочтительным углеводородным топливом для окружающей среды, поэтому в целом его потребление в мире возрастет с 4 трлн. м<sup>3</sup> в 2020 г. до 4,77 трлн. м<sup>3</sup> в 2035. Наибольший рост придётся на промышленность и энергетику, на эти два сектора вместе придется около 87% прогнозируемого роста потребления природного газа.

Несмотря на то, что степень мировых запасов «нетрадиционных» видов газа до сих пор недостаточно изучена, ИЕА прогнозирует значительный рост по этим видам углеводородов. Доля сланцевого газа и метана из угольных пластов к 2030 году составит около 63% добычи газа в Северной Америке. Спад добычи природного газа будет способствовать росту импорта газа в Европу более, чем на 60%, до 1,18 млрд. м<sup>3</sup> в день в 2030 г. В Китае ожидается рост добычи газа на 6,1% в год. На сланцевый газ и газ из метана угольных пластов придется 46% роста, но все равно Китай будет нуждаться в импортных поставках природного газа и СПГ [7].

Совместное использование природного газа и возобновляемых источников энергии даст возможность плавного ухода от загрязняющих природу энергетических производств. На сегодня есть два принципиальных подхода к решению этой задачи. Один подход состоит в развитии гибридных солнечно-газовых электростанций путём возведения солнечных электростанций рядом с газовыми. Этот метод позволяет использовать уже существующую инфраструктуру, следовательно, снизить первоначальные денежные вложения.

Иным вариантом совместного использования природного газа и солнечной энергии являются установки смешанного цикла, объединённые с солнечными батареями. В них происходит увеличение парообразования за счёт компенсации потерь газотурбинных установок солнечной энергией. В разработке находятся варианты совместного использования природного газа и ветра. Например, американская компания Altresco поставила своей целью объединить ветер и газ на промышленном уровне путём создания единой электросети, состоящий из ветряных и газовых электрогенераторов [9].





В мире набирает популярность технология использования попутного нефтяного газа для производства сжиженного природного газа, она объединяет обезвоживание, сжатие, охлаждение и кондиционирование, исключая необходимость в дорогостоящих гликолевых и холодильных системах. Технология была разработана компанией АСПЕН (ASPEN) и используется в США и Канаде. Преимуществами этой технологии над другими являются: малозатратность сырья, производство ценного СПГ, устранение образования наледи и гидратов, портативность, простое техническое обслуживание. Метод используется совместно и с другими методами с целью увеличения уровня утилизации СПГ, что исключает его сжигание в факелах [4,10].

Таким образом, на нашей планете, с учётом нетрадиционных ресурсов, сосредоточены огромные запасы природного газа. Во всех развитых регионах мира постоянно совершенствуется инфраструктура для более рационального использования природного газа. Природный газ является самым дешёвым, доступным и безопасным видом топлива для получения тепла и электроэнергии. Технологии, позволяющие значительно сократить или свести к нулю выброс  $\text{CO}_2$  при его сжигании, делают его самым экологически чистым видом топлива. Потребность в природном газе в ближайшей перспективе будет возрастать, природный газ будет основным источником энергии в процессе постепенного перехода к использованию альтернативных источников энергии. Все это позволяет сделать вывод о том, что природный газ сможет обеспечить развитие энергетики для удовлетворения растущих потребностей человечества в энергии при значительном сокращении нагрузки на окружающую среду.

#### Литература

1. Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Грачев В.А. Роль природного газа в реализации целей устойчивого развития // Газовая промышленность. № 7 (771). 2018. С. 102-114.
2. Бессель В.В. Нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья. М.: РГУ Нефти и газа, 2017. 117 с.
3. Кучеров В.Г., Золотухин А.Б., Бессель В.В., Лопатин А.С., Мартынов В.Г. Природный газ – главный источник энергии в XXI в. // Газовая промышленность. 2015. № 716. С. 8-12.
4. Щерба В.А., Гомес А.Ш.С., Воробьёв К.А. Проблемы и перспективы утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации // Проблемы региональной экологии. №1. 2019. С. 139-144.
5. BP Statistical Review of World Energy. 2019. 62 с.
6. Природный газ - состав, свойства, нахождение в природе [Электронный ресурс] –Режимдоступа:<https://petrodigest.ru/info/terms/p-ru-terms/prirodnyj-gaz>Дата обращения: 16.02.2020
7. Перспективы газовой области [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.pro-gas.ru/persp/persp\\_full/](http://www.pro-gas.ru/persp/persp_full/) Дата обращения: 16.02.2020
8. Информация о природном газе 2019 [Электронный ресурс] - <https://www.iea.org/reports/natural-gas-information-2019> Дата обращения: 22.02.2020
9. Перспективы использования природного газа вместе с возобновляемыми источниками энергии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vsegdavkurse.ru/page/perspektivy-ispolzovanija-prirodnogo-gaza-vmeste-s-vozobnovljaemymi-istochnikami-energii> Дата обращения: 16.02.2020
10. Компания Аспен // Низкозатратный метод снижения сжигания [Электронный ресурс] – СПГ ПРО, восстановления природного газа, кондиционирование газа, производство электроэнергии и искусственный подъём, 2017 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-utilizatsii-poputnogo-neftyanogo-gaza-v-rossiyskoj-federatsii/viewer> Дата обращения: 22.02.2020



Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Романов К.В., Грачев В.А. Роль природного газа в реализации целей устойчивого развития // Газовая промышленность. № 7 (771). 2018. С. 102-114.

11. Бессель В.В. Нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья. М.: РГУ Нефти и газа, 2017. 117 с.
12. Кучеров В.Г., Золотухин А.Б., Бессель В.В., Лопатин А.С., Мартынов В.Г. Природный газ – главный источник энергии в XXI в. // Газовая промышленность. 2015. № 716. С. 8-12.
13. Щерба В.А., Гомес А.Ш.С., Воробьев К.А. Проблемы и перспективы утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации // Проблемы региональной экологии. №1. 2019. С. 139-144.
14. BP Statistical Review of World Energy. 2019. 62 с.
15. Природный газ - состав, свойства, нахождение в природе [Электронный ресурс] –Режимдоступа:<https://petrodigest.ru/info/terms/p-ru-terms/prirodnyj-gaz>Дата обращения: 16.02.2020
16. Перспективы газовой области [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.pro-gas.ru/persp/persp\\_full/](http://www.pro-gas.ru/persp/persp_full/) Дата обращения: 16.02.2020
17. Информация о природном газе 2019 [Электронный ресурс] - <https://www.iea.org/reports/natural-gas-information-2019> Дата обращения: 22.02.2020
18. Перспективы использования природного газа вместе с возобновляемыми источниками энергии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vsegdavkurse.ru/page/perspektivy-ispolzovaniya-prirodnogo-gaza-vmeste-s-vozobnovljaemyimi-istochnikami-energii> Дата обращения: 16.02.2020
19. Компания Аспен // Низкозатратный метод снижения сжигания [Электронный ресурс] – СПГ ПРО, восстановления природного газа, кондиционирование газа, производство электроэнергии и искусственный подъем, 2017 – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-utilizatsii-poputnogo-neftyanogo-gaza-v-rossiyskoj-federatsii/viewer> Дата обращения: 22.02.2020



## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сучков Д.В. \* (Санкт-Петербургский горный университет, аспирант,  
cjpgreykot@gmail.com)

**Аннотация:** Исследование посвящено оценке возможности применения отходов водоочистных сооружений (на примере золы сжигания осадка сточных вод) в качестве компонента строительных материалов. Работа выполнена с использованием комплекса методов исследований, включающего патентно-информационный анализ проблемы на основе разработок российских и зарубежных ученых и лабораторные методы изучения состава и свойств золы. В ходе исследования определен IV класс опасности отхода и установлено соответствие золы требованиям, выдвигаемым к компонентам легких бетонов. По итогам испытаний подтверждена сохранность прочностных свойств золобетона при использовании золы в качестве замены части цемента. Полученные данные позволяют говорить о потенциальной возможности применения отхода в производстве строительных материалов. Использование продукции в перспективе обладает как значительным ресурсосберегающим, так и экономическим эффектом.

Работа выполнена при поддержке Научно-образовательного центра коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием Санкт-Петербургского горного университета.

**Ключевые слова:** водоотведение; зола; золобетон; осадок сточных вод; отходы; строительные материалы; тяжелые металлы.

**Введение.** Сложившаяся система обращения с отходами производства и потребления в России сталкивается с рядом острых проблем. Так, Президент РФ в послании Федеральному Собранию от 15.01.2020 г. подчеркивает, что в ближайшее время необходимо кардинально снизить объем отходов, поступающих на полигоны и в целом переходить на экономику замкнутого цикла.

Тем временем, неотъемлемой частью работы любых современных очистных сооружений является обращение с осадком сточных вод (ОСВ). Чаще всего данный отход размещается на полигонах складирования и не подлежит повторному использованию. При этом происходит изъятие земельных площадей под объекты размещения и сопутствующее загрязнение атмосферы, почвы и водных объектов.

Наиболее актуальна данная проблема в условиях мегаполиса. Так, государственное унитарное предприятие «Водоканал Санкт-Петербурга» на протяжении более 10 лет добивается снижения количества отходов путем сжигания ОСВ в печах псевдоожиженного слоя. Тем не менее, объемы золы, образующейся в результате деятельности трех заводов сжигания, все еще достаточно велики (~50 тыс. тонн в год по данным Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 11.12.2013 № 989 «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспектив до 2030 года»). Отход в полном объеме вывозится на полигоны складирования «Волхонка-2» (закрыт для ввоза отходов) и «Северный» (заполнен более чем на 91% от проектной мощности). Наличие полигонов в непосредственной близости от жилых кварталов является актуальной экологической проблемой. Прекращение вывоза золы на полигон с перспективой утилизации уже размещенного отхода не только предоставит возможность освободить часть площадей объекта, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду в будущем.

Для золы ОСВ как вторичного ресурса существует широкий перечень перспектив применения в народном хозяйстве. Согласно ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с



использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов», производство почвогрунтов и искусственных грунтов на основе ОСВ и продуктов их переработки является универсальным методом, гарантирующим полную утилизацию отходов [3, 6]. Также известны исследования, посвященные использованию отхода в сельском хозяйстве, рекультивации нарушенных земель и строительстве [1,2].

Тем временем, рост спроса на строительные материалы требует поиска альтернатив их получения из разных источников, в том числе – из ОСВ и продуктов их переработки. Существует ряд исследований, посвященных получению кирпича, керамики, цемента, заполнителей для бетона и т.д. из отходов водоканального хозяйства [4, 5]. В целях экологической и санитарной безопасности также возможно осуществлять переработку золы ОСВ с получением качественного золобетона [9].

Исследование нацелено на решение актуальной **проблемы** полезной утилизации отходов водоочистных сооружений (на примере золы сжигания ОСВ) с перспективой их использования в производстве строительных материалов.

**Цель** исследования – разработка способа полезной утилизации золы сжигания ОСВ. **Объектом** исследования является зола сжигания ОСВ ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», **предметом** – потенциал использования золы в составе строительных материалов (золобетон).

**Основные этапы (задачи):**

1 Анализ существующей системы обращения с отходами производства и потребления;

2 Поиск эффективных направлений утилизации золы (патентно-литературный анализ);

3 Определение класса опасности золы;

4 Разработка способа использования золы в качестве компонента строительных материалов (золобетона)

**Научной новизной** работы является установление соответствия золы требованиям, выдвигаемым к компонентам легких бетонов.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке состава золобетона с использованием золы в качестве замены части цемента, в перспективе представляющей собой активную минеральную добавку, обладающую вяжущими свойствами и способную улучшать прочностные характеристики бетона.

Можно выделить основные направления перспективного использования золобетона:

- ремонт автомобильных дорог (включая формирование дорожных откосов);
- строительство;
- благоустройство городских территорий.

Все перечисленные направления являются чрезвычайно **актуальными** в условиях мегаполисов и промышленных агломераций.

**Расчет класса опасности отхода.** Внешне объект исследования представляет собой тонкодисперсный порошок коричневого оттенка. Для подтверждения возможности полезного использования отхода необходимо установить его опасность для окружающей среды. В случае золы основным поллютантом в составе являются тяжелые металлы (ТМ). Чтобы оценить степень загрязненности золы ТМ, необходимо в первую очередь установить их содержание в пробе и соответствие нормативам качества *ГН 2.1.7.2041-06* и *ГН 2.1.7.2511-09*.

На основе данных о качественном составе отхода, полученных при помощи метода рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) посредством портативного анализатора металлов Niton XLt 898, выбран перечень элементов для последующего количественного анализа: Pb, Zn, Mn, Fe, Cu, Mo. Для выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии использован спектрометр модели AAC-7000 (Shimadzu,



Япония) по методике М-МВИ-80-2008 «Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии». Зафиксированы следующие превышения соответствующих нормативов: Zn (7,9 ОДК), Pb (6,3 ПДК), Cu (3,7 ОДК). Суммарный показатель загрязнения равен 15,9 (низкая степень загрязнения согласно МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»). Отход отнесен к IV классу опасности при помощи ПО «Расчет класса опасности отходов 2.0», что подтверждено результатами биотестирования водной вытяжки с использованием тест-культуры водоросли хлорелла по соответствующей методике [10].

**Оценка возможности использования отхода в составе строительного материала.** Как компонент бетонной смеси, зола должна соответствовать ряду требований, установленных нормативной документацией. Соответствие ее указанным требованиям было установлено в ходе ряда испытаний состава и свойств отхода.

По результатам испытаний отход охарактеризован как кислая (кремниевая) легкая зола средней плавкости. По гранулометрическому составу зола однородна (коэффициент неоднородности  $K_n=0,45$ ), состоит в основном из тонких частиц; дисперсность (по остатку на сите 0045) соответствует 3-му классу. Зола удовлетворяет основным требованиям, выдвигаемым при использовании отхода в качестве компонента бетона, по химическому составу (содержанию оксидных форм CaO, включая содержание свободного CaO, MgO, SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O), а также входит в допустимый диапазон значений влажности, плотности и крупности [7, 8].

Следует отметить, что для кислых зол суммарное содержание SiO<sub>2</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не должно быть меньше 65% масс. Установленное значение (61,9% масс.) несколько ниже требуемого показателя. Ввиду того, что метод анализа (РФА) является полуколичественным, результат можно считать удовлетворяющим требованию. Применение золы допустимо, если при проведении дальнейших испытаний будут обеспечиваться требуемые показатели золобетона.

**Оценка прочностных свойств золобетона.** На основании литературно-патентного анализа был предложен следующий состав контрольного образца золобетонной смеси: «ЦЕМЕНТ»:«ПЕСОК»:«ВОДА» = 1:3:0,5. В опытных образцах зола заменяет часть цемента из расчета 5-10-15-20-25-30-50% (по массе). Окончательный состав образцов был уточнен с учетом показателей нормальной густоты цементного теста (согласно ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема с использованием прибора Вика»). Цементное тесто было приготовлено ручным способом, с использованием чаши и лопатки.

Испытание прочности образцов-балочек из цементного теста при изгибе (с помощью приспособления к прессу ПИ) и при сжатии (с использованием прессы гидравлического настольного) выполнено согласно ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии» и ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» с использованием испытательной машины на сжатие и растяжение при изгибе ToniPRAX (Германия). Образцы были испытаны в возрасте 29 суток. По результатам испытаний образцам золобетона присвоены класс или марка по следующим параметрам: плотность (марка D), прочность на изгиб (класс Btb) и на сжатие (класс B, марка M) в соответствии с ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. Технические условия».

По итогам измерений, ряд опытных образцов совпал по значениям параметров прочности с образцом-контролем (D1300; Btb2; B15; M200). Таким образом, исследование подтверждает сохранность прочностных свойств золобетона при замене золой цемента в количестве, установленном в ходе испытаний в аккредитованной лаборатории Центра коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета.

**Заключение.** Производство золобетона на основе золы ОСВ решает следующие задачи:





- полезная утилизация отхода;
- освобождение площадей объекта складирования отхода и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду;
- получение легкого золобетона, перспективного для использования в строительстве, ремонте автомобильных дорог и т.д.

При этом использование продукции обладает значительным ресурсосберегающим эффектом: за счет утилизации отхода и за счет снижения объемов цемента, требующегося для производства бетона, а также эффектом экономическим, поскольку замена части цемента при изготовлении золобетона снижает его себестоимость. Строительный материал может быть успешно реализован заинтересованным организациям-застройщикам и дорожным строителям.

По итогам научного исследования готовится к подаче заявка на изобретение РФ. Предлагаемый подход к разработке состава сырьевой смеси для получения легкого бетона на основе золы сжигания ОСВ позволяет устранить ряд недостатков существующих способов применения термически обработанных отходов для производства строительных материалов, выявленных в ходе литературно-патентного анализа.

#### Литература

1. Cieřlik, B.M., Namieřnik, J., Konieczka, P. (2015) Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. *Journal of Cleaner Production*, V. 90, pp. 1-15.
2. Healy, M.G., Clarke, R., Peyton, D., Cummins, E., Moynihan, E.L., Martins, A., Beraud, P., Fenton, O. (2015) Resource recovery from sewage sludge. *Sewage Treatment Plants: Economic Evaluation of Innovative Technologies for Energy Efficiency* (eds. Katerina Stamatelatou, Konstantinos P. Tsagarakis), London, UK: IWA Publishing, 376 p.
3. Herzel, H., Krüger, O., Hermann, L. Adam, C. (2016) Sewage sludge ash – a promising secondary phosphorus source for fertilizer production. *Science of The Total Environment*, V. 542, Part B, pp. 1136-1143.
4. Li, J., Poon, C.S. (2017) Innovative solidification/stabilization of lead contaminated soil using incineration sewage sludge ash. *Chemosphere*, V. 173, pp. 143-152.
5. Lynn, C.J., Dhira, R.K. Ghataora, G.S. West, R.P. (2015) Sewage sludge ash characteristics and potential for use in concrete. *Construction and Building Materials*, V. 98, pp. 767-779.
6. Smola, M., Kulczyckab, J., Henclika, A., Gorazdac, K., Wzorek, Z. (2015) The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, Vol.95 (eds. Donald Huisingh): Elsevier, p. 45-54.
7. Данилович И.Ю., Сканави Н.А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов / И.Ю. Данилович, Н.А. Сканави. – М, 1988.
8. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Справочник по строительному материаловедению / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М, 2010.
9. Дрозд Г.Я. Переработка осадков сточных вод: инновационное предложение для водоканалов // Справочник эколога. – №8. – 2015.
10. Министерство природных ресурсов и экологии РФ (2014) Приказ от 4 декабря 2014 года N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».



## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Чекалов А. Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, МГРИ, aychekalov@gmail.com)*

*Щербакова К. О. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, МГРИ, sherbakovak@mgrid.ru),*

*Алимова М.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, МГРИ, munisaalimova999@gmail.com)*

*Чучадева А.С. (МГРИ, 2000chuchadeeva@gmail.com).*

**Научный руководитель: Соловьев Н. В., доктор техн. наук, профессор**

**Аннотация.** На сегодняшний день проблема утилизации буровых отходов – одна из наиболее насущных проблем нефтегазовой промышленности. Ряд исследований показал, что буровой шлам оказывает серьёзное негативное влияние на окружающую среду. Современные методы утилизации буровых отходов либо неэффективны, либо чрезмерно дорогостоящи. В работе предлагается новый экологически чистый и экономически целесообразный метод переработки отходов.

**Ключевые слова:** Нефть, газ, бурение, экология, шлам, инновации, утилизация, переработка

Одна из наиболее актуальных задач нефтегазодобывающей промышленности – снижение уровня опасности для окружающей среды при утилизации буровых отходов.

По приблизительным оценкам специалистов, озвученным на Всероссийской конференции «Эффективные решения актуальных проблем переработки нефтешламов – экологическая безопасность России» в настоящее время на территории России накопилось более 3 млн. т. нефтешламов различного происхождения [1]. Возраст части из них исчисляется десятилетиями. По данным общественной организации «Экологическая вахта Сахалина» при разработке шельфовых месторождений компанией «Sakhalin Energy Investment Co. Ltd» с одной платформы ожидается сброс бурового агента в размере 60000 м<sup>3</sup>/год и пластовой воды около 640 м<sup>3</sup>/сутки. За два года эксплуатационного бурения на Пильтун-Астохском месторождении было сброшено 70000 м<sup>3</sup> буровых отходов. Подобные объемы отходов оказывают серьёзное деструктивное влияние на окружающую среду.

Воздействие буровых шламов на окружающую среду приводит к ряду негативных последствий [3,4]:

- Нарушение естественных процессов в экосистемах;
- Уменьшение продолжительности жизни в популяции, снижение репродуктивной функции, гибель особей;
- Исчезновение некоторых видов;
- Нарушение физических характеристик вод – рН, солёности, температурного режима, загрязнение водоемов тяжелыми металлами;
- Изменение структуры почвы, ведущее к снижению продуктивности сельскохозяйственных земель и др.



В настоящее время наиболее распространенный способ переработки и утилизации буровых отходов заключается в захоронении отфильтрованного шлама в специальных могильниках. Широкая распространенность подобной системы в первую очередь обусловлена дешевизной проводимых операций, тем не менее, назвать удовлетворительной её нельзя. Из-за неполной гидроизоляции котлована и абразивного воздействия его содержимого на гидроизоляционный материал непрерывно происходят утечки отходов бурения в окружающую среду, ведущие к загрязнению подземных вод и почв.

Кроме того, нефтегазовыми компаниями используется термический метод переработки отходов (сжигание в печах), ставший менее актуальным в связи с ужесточением природоохранного законодательства, и микробиологическое обезвреживание, провести которое не всегда предоставляется возможным из-за природно-климатических условий.

Альтернативным решением поставленной проблемы может стать метод, разрабатываемый моей командой. На рисунке 1 представлена рабочая схема переработки нефтешламов. Суть идеи заключается в одновременной переработке бурового шлама и строительных и демонтажных C&D отходов (остающихся при ремонте или сносе зданий) с добавлением воды и цемента. Из полученной смеси формируем кубики 100x100x100 мм, которые оставляем на 4 недели до полного затвердевания. Полученный строительный материал, по плотности, водопоглощению и прочности на сжатие схож с бетоном. Плотность этого материала варьируется от 1886 кг/м<sup>3</sup> до 2052 кг/м<sup>3</sup>, что делает его значительно легче обыкновенного строительного бетона. Прочность на сжатие полученного материала, измеренная на испытательном прессе, составила 4,91 Н/мм<sup>2</sup>, что позволяет использовать его при производстве бетонных блоков для стен и фундаментов зданий. Стоит обратить внимание на экономическую выгоду от подобного способа утилизации нефтешламов. В отличие от термического метода и метода захоронения в могильниках, мы не избавляемся от отходов, а задействуем их в производственном процессе, получая на выходе экологически чистый, прочный и легкий материал.

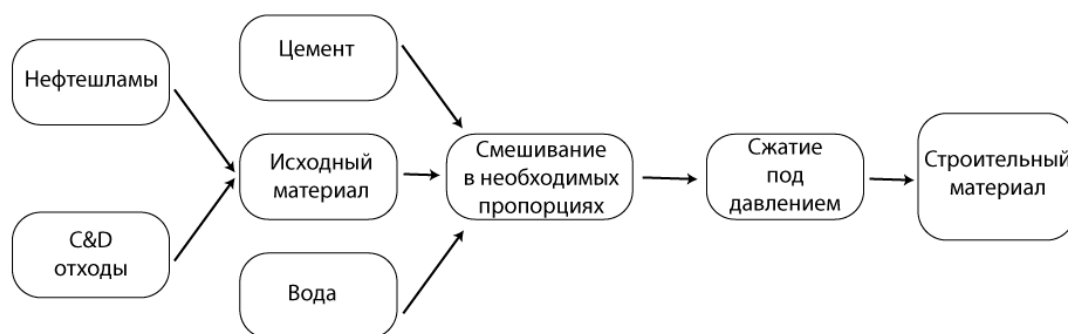


Рисунок 4. Рабочая схема процесса переработки нефтешламов

## Литература



1. Хаустов А. П., Редина М. М., Канзафарова Р. Ф. Проблемы оценки экологической опасности нефтешламов // Экспозиция Нефть Газ. – 2011. – №6. – 55-56 с.
2. Васильев А. В., Заболотских В. В., Тупицына О. В., Штеренберг А. М. Экологический мониторинг токсического загрязнения почвы нефтепродуктами с использованием методов биотестирования // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 4. – 242-249 с.
3. Пичугин Е. А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду // Молодой ученый. – 2013. – № 9. – 122-123 с.
4. Жубанова А. А., Ерназарова А. К., Кайырманова Г. К., Заядан Б. К., Савицкая И. С., Абдиева Г. Ж., Кистаубаева А.С., Акимбеков Н.Ш. Конструирование циано-бактериального консорциума на основе аксеничных культур цианобактерий и гетеротрофных бактерий для биоремедиации нефтезагрязненных почв и водоемов // Физиология растения. – 2013. – №4. – 588 с.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОИСКА РАДИАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РАЙОНА МОСКВОРЕЧЬЕ-САБУРОВО

*Шпидонов П.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), i.colors@yandex.ru)*

### **Аннотация**

Радиационное обследование территорий проводят с целью получения данных о радиационной обстановке в городе.

Результаты обследования используются для оценки степени соблюдения радиационно-гигиенических нормативов, установленных для участков городских территорий, а также решения вопроса о необходимости проведения работ по дезактивации, их порядке и объеме.

С целью установления единых требований к организации и проведению радиационного контроля и санитарно-эпидемиологической оценки по показателям радиационной безопасности жилых домов, общественных и производственных зданий и сооружений, сдающихся в эксплуатацию, были разработаны методические указания МУ 2.6.1.2838-11 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности».

### **Ключевые слова**

Радиация, дозиметр, радиационный фон, гамма-излучение

Радиационный контроль земельных участков под строительство зданий и сооружений жилого, общественного и производственного назначения должен включать поиск и выявление локальных радиационных аномалий на участках, а также определение радионуклидного состава и удельной активности радионуклидов в пробах почв и грунтов.

Для измерений мощности дозы гамма-излучения на земельных участках должны применяться дозиметры гамма-излучения с техническими характеристиками:

Для 1-го этапа (гамма-съемка земельных участков) следует применять поисковые гамма-радиометры или высокочувствительные дозиметры гамма-излучения, имеющие поисковый режим работы со звуковой индикацией. Поисковые гамма-радиометры (высокочувствительные дозиметры в поисковом режиме работы) должны обеспечивать регистрацию потока гамма-квантов в диапазоне энергий 0,05-3,00 МэВ при интенсивности от 10 с<sup>-1</sup> и выше.

Для 2-го этапа измерения (мощность дозы гамма-излучения в контрольных точках) применяются дозиметры, у которых: нижний предел диапазона измерения мощности дозы гамма-излучения составляет не более 0,1 мкЗв/ч при относительной погрешности не выше 60%.

На первом этапе проводится гамма-съемка территории с целью выявления и локализации возможных радиационных аномалий и определения объема дозиметрического контроля при измерениях мощности дозы гамма-излучения.

Если по результатам гамма-съемки выявлены зоны, в которых показания радиометра в 2 раза или более превышают среднее значение, характерное для остальной части обследованной территории, или мощность дозы гамма-излучения превышает 0,3 мкЗв/ч на земельных участках под строительство жилых и общественных зданий, или 0,6 мкЗв/ч - на участках под строительство производственных зданий и сооружений, то такие зоны следует рассматривать как аномальные.





Исследования проводились в Южном административном округе города Москвы в районе Москворчье-Сабурово, вблизи платформы Москворечье и территории, принадлежащей акционерному обществу ТВЭЛ.

Целью исследования является поиск радиационных аномалий на исследуемом участке при помощи двух дозиметров: ДКГ-02 Арбитр и ДКС-96.

Параметр	ДКС-96	ДКГ-02 Арбитр
Диапазон измерений	от 0,1 мкЗв/ч до 1,0 Зв/ч	от 0,1 мкЗв/ч до 3,0 Зв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %	$\pm(15+6/Ax^*)$ %	$\pm(15+3/Ax^*)$ %
Время установления рабочего режима	Не превышает 1 мин	Не превышает 5 с
Диапазон рабочих температур	от - 20 до +50 °С (с индикацией измерений на рабочий экран); от - 40 до +50 °С (без индикации измерений на рабочий экран)	от - 20 до +50 °С
Пределы дополнительной погрешности измерений гамма-излучения при отклонении температуры окружающей среды на каждые 10°С относительно нормальных условий	$\pm 10$ %	$\pm 10$ %
Масса дозиметра (кг)	1,8	0,3
Условия хранения	- в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности до 80 % при +25°С; - без упаковки при температуре окружающего воздуха от +10 до +35 °С и относительной влажности до 80 % при +25 °С.	

$Ax^*$  - безразмерная величина, численно равная измеренному значению измерений гамма-излучения в мкЗв/ч.

Рисунок 1. Сравнение дозиметров ДКС-96 и ДКГ-02 Арбитр

В ходе исследования решались следующие задачи:

- измерение радиационного фона в месте проведения работ;
- выполнение обследования территории с применением высокочувствительных поисковых средств измерений для выявления аномальных участков;
- проведение детального обследования выявленных аномальных участков.

Исследование территории проводилось в два этапа. На первом этапе проводилось обследование всей территории дозиметром ДКС-96 .

Оператор, перемещая блок детектирования в различных направлениях, визуально (по показаниям на дисплее пульта) и на слух, определяет направление максимальной интенсивности излучения. Перемещаясь в направлении максимальной интенсивности излучения, оператор постепенно осуществляет поиск объекта повышенной радиоактивности. В том случае, когда интенсивность регистрируемого излучения становится относительно высокой (переполнена динамическая шкала, звуковые сигналы сливаются в равномерный звуковой поток), оператор может повторно провести измерение фона в новых условиях.

После прохождения маршрута были намечены точки для исследования дозиметром ДКГ-02 Арбитр. Были выбраны 20 точек по территории объекта исследования, в том



числе и те, которые совпадают с участками, на которых были выявлены радиационные аномалии.

В начале измерения индицируется максимальная статистическая погрешность 199 %, которая в процессе измерения постепенно уменьшается, стремясь к заданной. По достижении заданной величины статистической погрешности, процесс измерения заканчивается и на индикатор выдается окончательное значение МАЭД в соответствующих единицах измерения. При следующем нажатии кнопки «СТАРТ/СТОП» будет проведено следующее измерение и так далее.



Рисунок 2. Результат обследования территории дозиметром ДКГ-02 Арбитр и ДКС-96

Также, согласно Методическим рекомендациям, полученные значения необходимо было сравнить со средним фоновым значением для данной территории, которое равно 0,21 мкЗв/час.

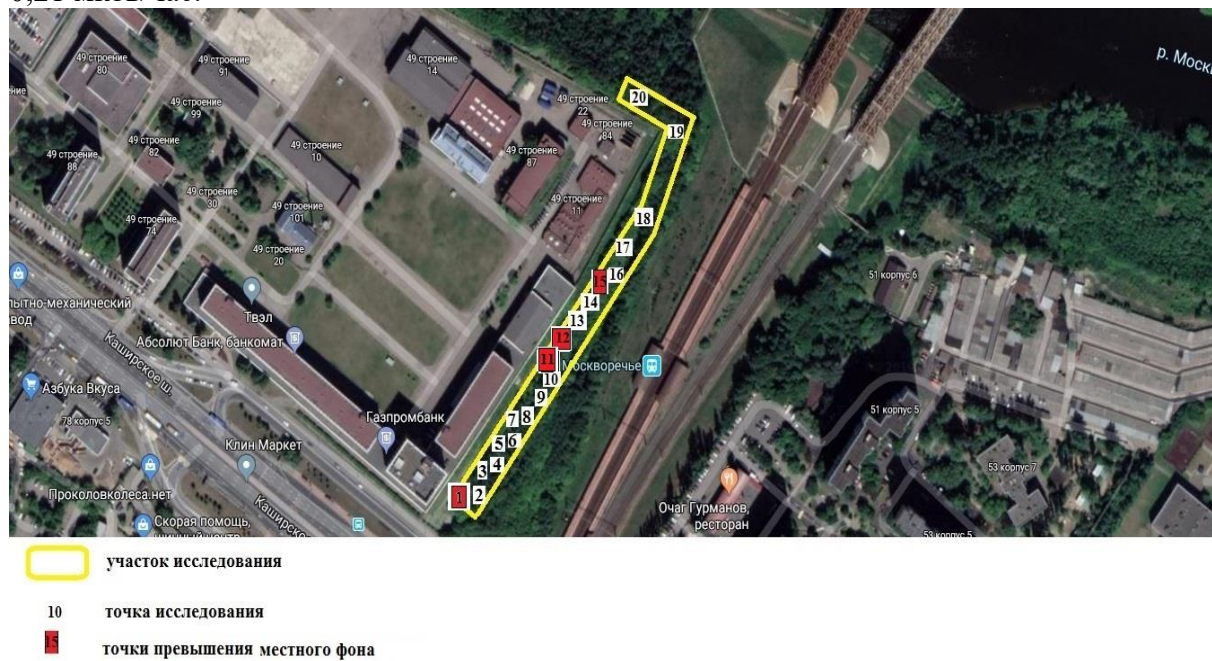
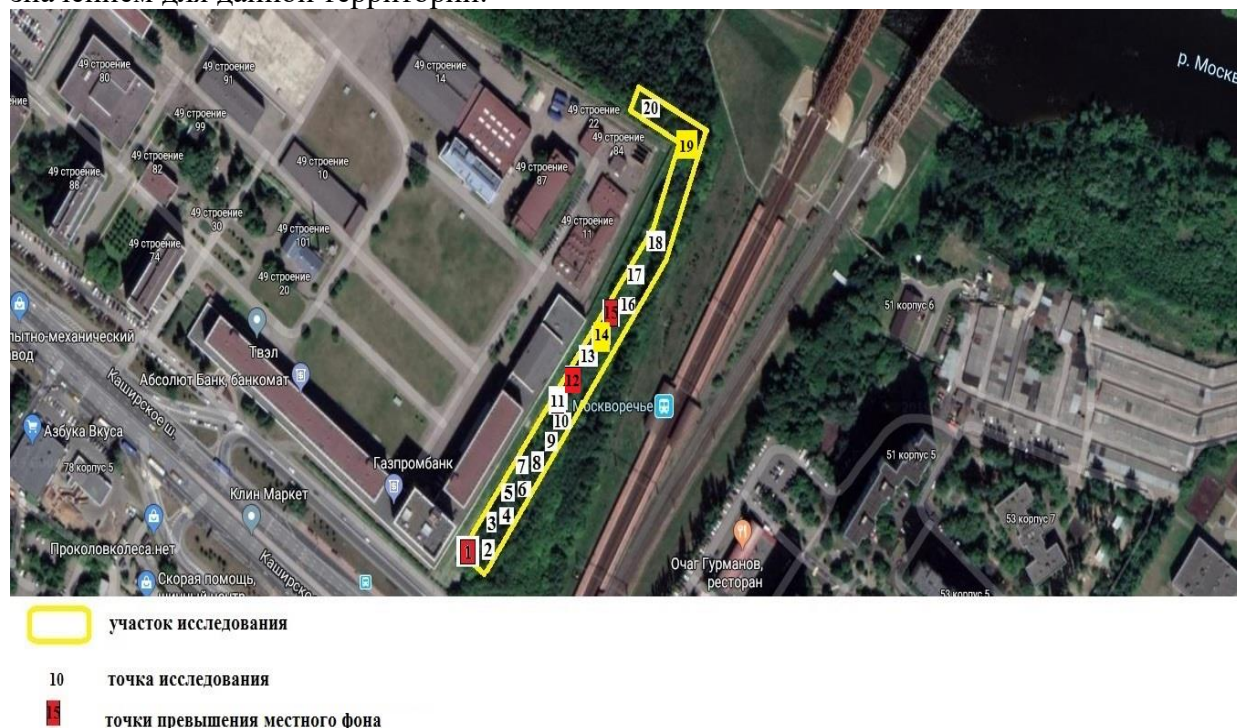


Рисунок 3. Точки превышения местного фонового значения. Дозиметр ДКГ-02 Арбитр





Также проводилось сравнение измерений дозиметра ДКС-96 со средним фоновым значением для данной территории.



**Рисунок 4.** Точки превышения местного фонового значения. Дозиметр ДКС-96

По результатам гамма-съемки были выявлены зоны, в которых мощность дозы гамма-излучения превышает 0,3 мкЗв/ч, следовательно, такие зоны следует рассматривать как аномальные.

Значение среднего фонового значения дозы гамма-излучения (0,21) ниже, чем нормативное значение (0,3).

При сопоставлении полученных данных со средним фоновым значением для данной территории появились дополнительные точки превышения, это связано с тем, что фоновое значение исследуемой территории ниже нормативного.

Дозиметр ДКС-96 предназначен для непрерывного обследования территории с изменяющимися данными непосредственно во время передвижения по территории.

Дозиметр ДКГ-02 Арбитр предназначен для точечного обследования территории с необходимой калибровкой.

На территории населенных пунктов в большинстве случаев наличие таких зон обусловлено подсыпкой отдельных участков гранитным щебнем, расположением крупных природных камней вблизи поверхности земли и т.д. В некоторых случаях аномалии могут быть связаны с наличием радиоактивного загрязнения почвы гамма-излучающими радионуклидами техногенного происхождения вблизи поверхности земли.

Различия в полученных измерениях от разных приборов могут быть связаны с погрешностью самих приборов, а также собственным радиационным фоном.

В точках, на которых были замечены превышения, необходимо проводить отбор проб для дальнейшего лабораторного обследования.

### Литература

1. Ионизирующее излучение - <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 10.12.19);
2. Радиоактивное загрязнение - <https://bezotxodov.ru/zagrzaznenenija/radioaktivnoe-zagrzaznenie-mestnosti> (дата обращения 12.12.19);



3. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-992009);
4. Дозиметры ДКС-96 Руководство по эксплуатации ТЕ1.415313.003РЭ;
5. Дозиметры гамма-излучения ДКГ-02 У «Арбитр» Руководство по эксплуатации ФВКМ.412113.028РЭ;
6. МУ 2.6.1.2398-08 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности;
7. СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).



## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЫЛИ И ГАЗА НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

*Янсаетова Г.И. (МГРИ, gulsiya.yansaitova@mail.ru)*

*Иляхин С.В. (МГРИ, isv11@mail.ru)*

**Аннотация.** При ведении БВР на открытых горных работах в атмосферу выделяется большое количество пыли и газов, оказывающих вредное воздействие на людей, окружающую среду и график работы карьеров. Изложены результаты воздействия пыли и газов после взрыва на окружающую среду и работающих.

Дана оценка экогеоситуаций, сложившихся вблизи Лебединского ГОКа.

**Ключевые слова:** Взрывчатое вещество, буровзрывные работы, пыле- и газоподавление, карьер.

Актуальность проведения исследований по пылеподавлению в процессе ведения буровзрывных работ является ответом на запрос общества по оздоровлению экологии в местах ведения открытых горных работ с использованием энергии взрыва.

В зависимости от размера частиц различают пыль [1]:

1) крупную – от 100 до 500 мкм (0,1-0,5 мм), которая легко выпадает из потока газа при небольшой его скорости и почти отсутствует в атмосфере;

2) среднюю – от 10 до 100 мкм (0,01 – 0,1 мм), которая удерживается в воздухе, хотя в спокойной среде она оседает вначале с возрастающей, а потом с постоянной скоростью;

3) мелкую – 0,1 – 10 мкм, трудно оседающую в спокойной газовой среде;

4) тонкую – менее 0,1 мкм, которые не оседают под действием силы тяжести, находятся в броуновском движении.

При отработке рудных месторождений образующаяся пыль имеет свои физико-химические характеристики, которые и определяют степень фиброгенности и её потенциальную опасность для здоровья человека. В воздушную среду могут поступать также газообразные токсические вещества от взрывных работ. Длительное воздействие аэрозоля в комплексе с другими факторами приводит к развитию у горнорабочих профессиональных заболеваний органов дыхания. Вдыхаемая пыль вызывает острые заболевания верхних дыхательных путей. Особенно опасны частицы диаметром меньше 10 микрон (мкм), а также менее 2,5 мкм. На каждые 10 микрограмм ( $1 \times 10^{-5}$  г) на  $1 \text{ м}^3$  увеличения концентрации в воздухе этих частиц количество пациентов лечебных учреждений с хроническими респираторными заболеваниями возрастает на 7%, из них 3,5% приходится на респираторные заболевания в острой форме и 3% – на сердечно-сосудистые заболевания, а смертность от рака легких возрастает на 8%.

При вдыхании запыленного воздуха часть пыли задерживается слизистой оболочкой дыхательных путей и вызывает воспалительные процессы носоглотки и бронхов. Наиболее опасной является пыль с острыми режущими краями, которая легко проникает в слизистую оболочку и травмирует ее, например, кварц. Пыль, попадая в легкие, оседает там, превращая с течением времени ткань в фиброзную (пневмокониоз), которая не участвует в процессе обмена кислорода и углекислого газа.

При взрыве основным источником мелко- и тонкодисперсной пыли является ближняя зона действия взрыва в пределах около одного радиуса зарядной камеры. Кроме того, мелкодисперсная пыль образуется при бурении взрывных скважин шарошечным способом и накапливается рядом со скважиной, а при взрыве поднимается в атмосферу.

В процессе разработки полезных ископаемых происходит целый ряд нарушений, среди которых выделяются механическая площадная форма, выражающаяся в повреждении поверхности почв, и механическая глубинная – нарушение морфологии почвенного профиля. Кроме того, происходят нарушения в химическом и физическом составе и свойствах почв, активное химическое загрязнение земель предприятий и





прилегающих к ним территорий. Главный результат такого воздействия – разрушение почв. Почвенный профиль в ряде случаев замещается техногенными почвоподобными образованиями и непочвенными грунтами.

Имеются данные исследований [2] что при поступлении пыли более 58 кг/ га в месяц наблюдается эффект угнетения жизнедеятельности большинства растений и животных в данном районе. Из-за выпадения пыли в зоне влияния горно-обогатительных комбинатов Курской магнитной аномалии продуктивность сельскохозяйственных угодий по зерновым культурам на площади не менее чем 100 тыс. га снизилась на 30-50 % [3].

Увеличение ПДК пыли в воздухе в 2-5 раз приводит к потерям выращиваемой продукции на 1,5-6,5 %, а в районах расположения пылящих поверхностей концентрация пыли превышает фоновую в десятки и сотни раз. По химическому составу пыль, осаждающаяся на почву, разнообразна и представлена, чаще всего, тяжелыми металлами. В зависимости от погодных условий Лебединским ГОКом выбрасывается в атмосферу от 12 до 39 тыс. т в год пыли и вредных веществ. В результате вокруг центра пылевыбросов сформировалась устойчивая зона запыленности воздуха, радиус которой по содержанию пыли колеблется от 10-20 до 26-40 км.

Согласно исследованиям Ряполова А. [4] между зерен магнетита находятся частицы кварц размером менее 5 мкм, которые после разрушения магнетитовых кристаллов выделяются в атмосферу карьера в виде тонкодисперсной кварцевой пыли. Подтверждением этому явлению служит и анализ проб пыли, собранной после взрыва за пределами санитарной зоны ГОКа, в которых наблюдаются частички кварца размером менее 10 мкм.

Концентрация вредных газов, особенно при ведении взрывных работ, одномоментно может в десятки раз превышать предельно допустимую величину, особенно на нижних горизонтах карьеров (350 м и более), в которых инверсии – довольно частое явление. Проблема борьбы с вредными газами на карьерах остается актуальной и составляет важнейшую задачу по созданию безопасных условий труда горнорабочих.

Так по данным автора [5] в условиях разработки Криворожского железорудного бассейна в атмосферу выделяется до 2 т пыли и 1,4 млн. л газа при взрывании 64,4 тыс.м<sup>3</sup> горной массы. В работе [6] отмечается, что концентрация пыли и газов после взрывов в течение 0,5 часа превышает норму в 4-5 раз, а через два часа – в 1,5-2 раза при скорости ветра 1,8 м/с. В периоды штиля концентрация вредных примесей после взрывных работ может удерживаться выше нормы в течение нескольких суток, что вызывает вынужденные простои горных работ.

Ядовитые газы в больших или меньших количествах образуются при взрыве всех промышленных ВВ. Как показано на работах, их количество зависит от химического состава ВВ, его детонационной способности и других факторов, определяющих полноту химической реакции при взрывчатом превращении. Определенное влияние могут оказывать химические, физико-механические и теплофизические свойства взрываемых горных пород.

С повышением детонационной способности ВВ уменьшается образование ядовитых газов, что подтверждается данными полученными в работе [7].

Газообразные продукты, в том числе и ядовитые, образовавшиеся при взрыве ВВ в шпуре, скважине или камере, распределяются следующим образом:

- часть газов непосредственно поступает в атмосферу выработок, смешивается с рудничным воздухом и частично вступает во взаимодействие с ним;
- часть газов поглощается породой, раздробленной при взрыве и выброшенной в выработку, сорбируется пылью;
- часть газов под давлением взрыва заполняет трещины и поры кровли, стенок и почвы выработок.



При этом газы взрыва, проникшие непосредственно в атмосферу, ведут себя по разному: окись углерода сохраняется и должна быть удалена с помощью принудительных методов, окислы азота, постепенно переходя из окиси азота двуокись и соединяясь с влагой, содержащейся в атмосфере, превращаются в азотную и азотистую кислоты, оседая и накапливаясь на поверхности.

Среди ядовитых газов, встречающихся при взрывных работах, наиболее токсичными являются окислы азота и соединения циана, затем окись углерода. Сернистые газы занимают среднее положение. Особенность их заключается в том, что они образуются не в процессе взрывчатого превращения ВВ.

Таким образом, в пределах Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района фиксируется весь набор экогеоситуаций – от неблагоприятной до умеренно благоприятной. ЛГОК воздействуют на все компоненты окружающей природной среды: в атмосферный воздух выбрасывается достаточное количество опасных химических элементов; наблюдается нарушение целостности почвенного покрова; происходят сбросы опасных веществ в водные объекты.

#### Литература:

1. Бересневич П.В., Михайлов В.А., Филатов С.С. Аэрология карьеров. — М.: Недра, 1990.-280 с.
2. Ильченкова, Снижение пылевой нагрузки на окружающую среду связыванием дисперсных материалов пылящих поверхностей на территории горных предприятий. КД.М.:2005.
3. Горлов В.Д., Горлов Ю.В. Оценка социально-экологических издержек от запыленных сельхозугодий, прилегающих к отвальному массиву // Горный журнал. - М., 1999, №7. - с. 99-101.
4. Ряполов А.Н. Управление магнитными свойствами железных руд путем изменения их микроструктуры при взрывном воздействии : диссертация ... кандидата технических наук. КД.М.:1982.
5. Михайлов В.А., Бересневич П.В., Лобода А.И., Радионов Н.Ф Борьба с пылью и ядовитыми газами при буровзрывных работах на карьерах /.-М.: Недра, 1971.- 120 с.
6. Чулаков П.Ч., Мухитов И., Садыков П. Исследование пылевыведения при массовых взрывах в карьере //Тр.ин-га / КазПТИ им. В.А.Ленина. 1973. Вып.9. С.190-194.
7. Рахматулин Х.Л. О распространении волн в многокомпонентных средах. // Прикладная математика и механика. – Т., 1969. – Т. 33. – В. 4.].



## CARBON FOOTPRINT ANALYSIS AND EMISSION REDUCTION MEASURES OF LIVESTOCK INDUSTRY IN MONGOLIA

*Tseden-Ish Badrakh, Khadbaatar Sandag*

*(«Mongolian national university of Education» [tseden9999@yahoo.com](mailto:tseden9999@yahoo.com))*

### **Abstract**

Greenhouse gas emissions are usually expressed in terms of carbon dioxide equivalents <sup>[1]</sup>. It is estimated that animal husbandry accounts for 15% of global greenhouse gas emissions, 80% of which comes from ruminant systems, which is due to large amounts of methane (CH<sub>4</sub>) produced by intestinal fermentation and manure management <sup>[2]</sup>. Over the past decades, the increase in greenhouse gas emissions has led to global climate change and caused serious ecological and economic problems <sup>[3]</sup>. Effectively curb global warming, it is necessary to correctly measure greenhouse gas emissions. Researchers have come up with the concept of "carbon footprint" in the process of finding standards for measuring the impact of greenhouse gases <sup>[4]</sup>. This paper takes Mongolia as an example to study the carbon footprint of animal husbandry in Mongolia. Taking horses, cattle, sheep, goat and camels as examples, the carbon footprint of intestinal fermentation and manure management is studied, and the carbon footprint of Mongolian animal husbandry is analyzed. The spatial distribution characteristics, the final paper from the national parliament, the government, the private sector and pastoralists, proposed the livestock industry's emission reduction measures.

**Keywords:** Carbon footprint; Animal husbandry; greenhouse gas emission; Mongolia

### **Introduction**

Mongolia has a long history of animal husbandry development, and accumulated a wealth of labor experience in the process. The livestock raised in Mongolia mainly include sheep, goats, cattle, horses, and camels. In the development of Mongolian society, animal husbandry plays a role as an economic foundation. Through animal husbandry, light industrial raw materials such as wool, velvet, leather, and leather can be obtained, as well as food such as meat, oil, and milk <sup>[5]</sup>.

The global food system is an important contributor to greenhouse gas emissions, a large part of which originates from livestock. Mongolia has also taken corresponding measures to reduce its emissions according to its own situation. In 2016, Mongolia joined the Paris Agreement and promised to reduce greenhouse gas emissions by 24% by 2030. Animal husbandry is the second largest source of greenhouse gas emissions in Mongolia. This paper uses the first calculation method of the IPCC and combines the relevant statistical yearbooks of Mongolia to calculate the carbon footprint of horses, cattle, sheep, and goats, camels in Mongolia, and the carbon footprint of various major livestock manure management systems. Analysis of the footprint can clearly find that both the carbon footprint of the intestinal fermentation of livestock and the carbon footprint of the manure management system are positively related to the total number of livestock.

The most common method is to combine information on the extent (data) of human activity with a coefficient that quantifies emissions or removals per unit activity. These are called emission factors. Therefore, the basic formula is:



Equation:

$$\text{Emissions} = \text{EF}_{(T)} \cdot \frac{N_T}{10^6}$$

Where:

Emissions = methane emissions from Enteric Fermentation, Gg CH<sub>4</sub> yr-1

EF<sub>(T)</sub> = emission factor for the defined livestock population, kg CH<sub>4</sub> head-1 yr-1

N<sub>T</sub> = the number of head of livestock species / category T in the country

T = species/category of livestock

Calculating CH<sub>4</sub> emissions from livestock requires other information such as the definition of livestock classification, annual feed, and feed intake. CH<sub>4</sub> emissions from intestinal fermentation in livestock. Methane is a by-product of intestinal fermentation, of which ruminant livestock is the main source, but some non-ruminant animals also emit methane [6]. CH<sub>4</sub> emissions from manure management, livestock production can lead to methane emissions from intestinal fermentation of livestock and poultry manure management systems [7].

The data in this study are mainly from the statistical yearbook of Mongolia, the Mongolian government work report, and the published data of other academic journals, and use the data from 1998 to 2018 to draw relevant charts.

Number of livestock in Mongolia (1998-2018)

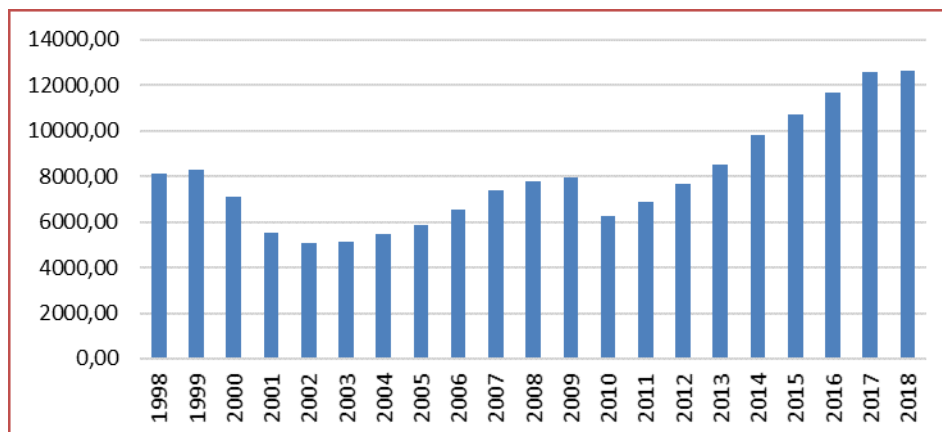
Years	Horse	Cattle	Camel	Sheep	Goat
1998	3059100	3725800	356500	14694200	11061900
1999	3163300	3824800	355600	15191300	11033700
2000	2660800	3097600	322900	13876300	10269800
2001	2191800	2069600	285200	11937300	9591300
2002	1988900	1884300	253000	10636600	9134800
2003	1968900	1792800	256700	10756400	10652900
2004	2005300	1841600	256600	11686400	12238000
2005	2029100	1963600	254200	12884500	13267400
2006	2114800	2167900	253500	14815100	15451700
2007	2239500	2425800	260600	16990100	18347800
2008	2186900	2503400	266400	18362300	19969400
2009	2221300	2599300	277000	19274700	19651500
2010	1920300	2176000	269600	14480400	13883200
2011	2112900	2339700	280100	15668500	15934600
2012	2330428	2584621	305835	18141359	17558672
2013	2619377	2909456	321480	20066428	19227583
2014	2995754	3413851	349299	23214783	22008896
2015	3295336	3780402	367994	24943127	23592922
2016	3635489	4080936	401347	27856603	25574861
2017	3939813	4388455	434096	30109888	27346707
2018	3940092	4380879	459702	30554804	27124703

Source: National Statistics Office of Mongolia.

From 1998 to 2002, cattle 's intestinal greenhouse gas emissions were the main source of carbon emissions from Mongolia 's livestock, but their proportion continued to decline. The proportion of intestinal greenhouse gas emissions from cattle has decreased from 46.65% to 35.11%. The intestinal greenhouse gas emissions of sheep and goats are increasing year by year. The



proportion of intestinal greenhouse gas emissions of sheep has increased from 19.57% to 26.05% in 2018, an increase of 6.5 percentage points in 21 years, and the proportion of goats has increased from 14.74% To 23.13%, an increase of 8.4 percentage points. The intestinal greenhouse gas emissions of horses and camels are relatively stable. Camels have the lowest greenhouse gas emissions compared to other livestock because the number is much lower than other livestock.



*Figure 1-3 Carbon footprint of livestock in Mongolia, 1998-2018 (GgCO<sub>2</sub>equivalent)*

Among the greenhouse gas emissions in the manure management system from 1998 to 2018, the total amount is not high, but it is increasing year by year. Among the total greenhouse gas emissions in the manure management system, horses and cattle are the main sources of greenhouse gases, and both account for more than 60% of the greenhouse gas emissions in the manure management system, from 69.20% to 56.69% in 1998-2018. Although the proportion has declined, it still accounts for a large proportion. Followed by sheep, goats and camels account for a small proportion, and greenhouse gas emissions from manure management are low. From 1998 to 2018, Mongolia's livestock carbon footprint emissions were 167033.47 GgCO<sub>2</sub>equivalent.

This research has shown that after 2010, the carbon footprint growth rate has slowed down, but the number of livestock has not decreased significantly, but continues to increase, and the speed is fast. Comparing the carbon footprint in the manure management of several common livestock, this article can directly explain Livestock manure management systems help reduce carbon emissions and are beneficial for controlling greenhouse gas emissions.

## References

1. Wiedmann T, Minx J. A definition of Carbon Footprint [J]. isa research report. 2007: 1-7.
2. Timothy M.Kpmardk, Frank Lupi' Michael D.Kaplowitz. Valuing energy policy attributes for environmental management: Choice experiment evidence from a research institution [J]. Energy Policy. 2011(39): 5105-5115.
3. Myhre getal 2013 anthropogenic and natural radiative forcing climate change 2013: the physical science basis. contribution of working group 1<sup>st</sup> to the 5<sup>th</sup> assessment report of the intergovernmental panel on climate changed tfsoccer et al (cambridge ,uk&newYork: cambridge/university/press)pp.,658- 740.
4. Tong Xiaohong, Zhang Shaoyi. A review of the current status of carbon footprint research





- [j]. Environmental Protection Bow Circular Economy. 2010 (10): 16-18.
5. Naymtseren.D, Steady development of animal husbandry [M] Ulaanbaatar: Mongolia Agricultural University Press, 2010
  6. Peck, C. Feeding the World, Challenges and Opportunities for the U.S. Beef Industry. In Proceeding of the, Range Beef Cow Symposium XXI, Casper, Wyoming, WY, USA, 1–3 December 2009.
  7. Ipcс 2009 summary report of the ipcc expert meeting on he science of alternative metrics (Oslo, Norway, 18–20 March 2009) ed G-K Plattner, T Stocker, P Midgley and M Tignor (Bern: IPCC) p 5



**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА  
ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ФЛОРУ И ФАУНУ  
(НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ПЛОТНИКОВСКАЯ», КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*Сакалы Н. Г. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [n.sakaly@mail.ru](mailto:n.sakaly@mail.ru)),*

*Слащева А. В. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [a.slasceova@mail.ru](mailto:a.slasceova@mail.ru))*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается изучение воздействия угледобывающей промышленности на компоненты природной среды, которое основывается на анализе и оценке состояния и качества земельных ресурсов, флоры и фауны до начала строительства объекта угледобычи и изменений, которые произойдут после ввода его в эксплуатацию.

**Ключевые слова:** угледобывающая промышленность, земельные ресурсы, флора и фауна, деградация компонентов природной среды.

Развитие угледобывающей промышленности в Кемеровской области, привело к увеличению неблагоприятного воздействия на окружающую среду. В большей степени данное воздействие отражается на состоянии земельных ресурсов, биоразнообразия.

Земельные ресурсы на территории области позволяют развивать сельскохозяйственную промышленность благодаря широкому разнообразию и богатому минеральному содержанию почв.

Кемеровская область обладает высоким уровнем биологического разнообразия (по версии Всемирного фонда дикой природы), за счет сложных физико-географических условий и расположения на границе двух географических районов – Западной и Восточной Сибири. В области произрастает 1671 вид растений, 450 видов позвоночных животных, количество беспозвоночных измеряется десятками тысяч. Красная книга Кемеровской области включает 165 видов растений и грибов, 80 позвоночных и 55 беспозвоночных животных.

Однако, с постепенным увеличением объема добычи угля, разработкой новых месторождений, качество природной среды в районе ведения производственной деятельности ухудшается, преобразовывается сложившаяся экосистема, которую невозможно восстановить в первозданном виде.



С начала интенсивной эксплуатации месторождений полезных ископаемых, в Кемеровской области было нарушено около 100 тысяч га земель, из них рекультивировано около 25 тыс. га. Рекультивация остается необходима на площади 55 тыс. га.

Так как при разработке месторождения полезного ископаемого негативному воздействию подвергаются земельные ресурсы, все это циклично приводит к деградации флоры и фауны. Исчезают редкие виды растений и животных.

Однако значимость ведения угледобычи остается выше ценности сохранения природной среды, так как данное производство остается одним из главных источников развития экономики региона и страны в целом.

По этой причине была написана данная научно-исследовательская, которая отражает необходимость решения проблемы деградации земельных ресурсов, флоры и фауны по причине ведения угледобычи на территории Кемеровской области.

Данная проблема раскрыта на примере одного из планируемых объектов угледобывающей промышленности – шахты «Плотниковская».

Цель проведенных исследований: оценка степени воздействия угледобывающего предприятия на земельные ресурсы, флору и фауну.

Для определения степени возможного негативного воздействия, которое будет нанесено земельным ресурсам, флоре и фауне, в результате строительства и эксплуатации промышленного объекта, мною было исследовано состояние данных компонентов природной среды до начала работы предприятия.

Было установлено, что большая часть почв относится к черноземам, которые обладают богатым содержанием минералогического состава, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве.

По характеру растительности территория рассматриваемого участка и прилегающей к нему территории относится к зоне лесостепи. Процент облесения чрезвычайно низкий.

Флора представлена широкой разновидностью деревьев, кустов, трав. Фауна представлена различными видами млекопитающих (некоторые виды: крот, обыкновенная лисица, обыкновенная белка, заяц-беляк), птиц (некоторые виды: *Fringilla montifringilla*; *Corvus cornix*; *Sylvia*; *Sturnidae*; *Parus*; *Tarsiger cyanurus*; *Bombycilla*; *Pyrrhila*).

Приведя характеристику земельных ресурсов, флоры и фауны до начала строительства шахты была составлена предположительная оценка негативного воздействия, которое окажет предприятие.



Шахта «Плотниковская» станет лишь одним из 95 объектов, ежедневно оказывающих неблагоприятное воздействие на природную среду. В комплексе они будут формировать масштабные экологические проблемы на территории Кемеровской области.

По результатам исследования, в результате строительства шахты «Плотниковская»:

- будет нарушено 179,43 га, на которых планируется разместить объект, из которых 9,33 га - лес;
- площадь подрабатываемой поверхности на поле шахты "Плотниковская" составит 901,6 га;
- сумма ущерба, наносимого животному миру, составит 3928307 рублей;
- при дополнительных нагрузках возможны изменения флористического состава растительных сообществ, с внедрением сорных видов растений и образованием синантропной растительности.

Таким образом, проведя оценку воздействия угледобывающего предприятия на земельные ресурсы, флору и фауну мною было выявлено, что строительство и эксплуатация шахты «Плотниковская» приведет к деградации данных компонентов природной среды, с большой вероятностью будет способствовать исчезновению множества видов животных и растений, по причине нарушения их ареала обитания.

В Кемеровской области возникла острая необходимость в поиске баланса между экономическими выгодами и экологическими принципами, что будет способствовать сохранению природной уникальности данной территории.

### **Литература**

1. Уголь Кузбасса [Электронный ресурс] - URL: <http://www.uk42.ru/index.php?id=7648> (дата обращения 10.11.19)
2. Развитие угледобычи и проблемы сохранения экосистем в Кузбассе [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-ugledobychi-i-problemy-sohraneniya-ekosistem-v-kuzbasse/viewer> (дата обращения 10.11.19)
3. Материалы ОВОС шахты «Плотниковская» - 2016 - ФБУ ГКЗ



## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ**

*Полисовая А.И. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), askiz-13@mail.ru),  
Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru)*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается изучение экологической обоснованности мест для размещения промышленных парков, роль промышленных парков в современном мире и в регионах. Дано определение промышленного парка и их классификация, рассмотрены возможные проблемы которые могут быть вызваны строительством промышленного парка и представлены рекомендации для организации локального экологического мониторинга.

**Ключевые слова:** промышленный парк, экологическая обоснованность, экологические проблемы, мониторинг.

Во всем мире полным ходом идет создание всевозможных промышленных парков. В России данный термин стал фигурировать относительно недавно, но, в последние пару лет, количество промышленных парков в России стремительно растет. Основной акцент при разработке и создании таких парков делается на то, что они очень выгодны для экономики страны в целом, а так же создают большое количество рабочих мест. Если рассматривать треугольник Экономика-Экология-Социум, то сторона экологии остается совсем не освещенной, поэтому на сегодняшний день вопрос экологической составляющей промышленных парков остается неизученным.

Основной проблемой промышленных парков является, то, что по своей сути промышленный парк является самой обычной промышленной зоной, только новой формации, которая будет оказывать такое же негативное воздействие на окружающую природную среду.

Актуальность данной работы заключается в том, что в настоящее время во всем мире приоритетными становятся отрасли, связанные с высокими технологиями, внедрение которых позволяет странам резко увеличить социально-экономический потенциал, а современные инновационные структуры играют одну из главных ролей в данных процессах, и неосвещенным в данной ситуации остается вопрос того, как эти парки и их расположение могут влиять на окружающую среду.

Целью данной работы является определение роли промышленных парков в развитии регионов и оценка экологической обоснованности мест размещения промышленных парков.

Термин промышленный парк часто путают с другими схожими по значению терминами, например с термином «технопарк», что является неправильным, т.к. эти два термина трактуются абсолютно по разному. В нормативной терминологии закреплены отличительные критерии технопарков от промышленных парков. Они различаются в первую очередь размером площади, функцией и наличием научно-исследовательской составляющей. Промышленные парки обеспечивают структурой, а функция технопарков - разработка и внедрение новых технологий.

На сегодняшний день, имеются два вида площадок для формирования и размещения промышленных (промышленных) парков – «гринфилд» и «браунфилд». Также выделяется классификация промышленных парков по форме собственности:





частные и государственные, но иногда встречаются смешанные. По структуре индустриальные парки могут быть универсальными и специализированными.

Стоит отметить, что в настоящее время также проектируются эко-индустриальные парки, которые берут свое начало в Европе. Данный вид индустриальных парков назван как одно из возможных решений по организации процесса наиболее эффективного обращения с отходами. Задача таких парков (и их главное преимущество): с помощью синергии (комбайна, взаимодополнения) различных технологических инженерно-экологических комплексов обеспечить 90% переработку отходов. Проблема эко-индустриальных парков в том, что по значению их зачастую приравнивают к полигону складирования ТКО (пример станция Шиес).

По различным оценкам в настоящее время в мире насчитывается свыше 15000 индустриальных парков. Лидерами по количеству промышленных парков среди стран являются США, Китай, Индия, Турция, Германия и Вьетнам. Индустриальные парки зарубежья отличаются от наших своей специализацией и более четкой проработанностью всех понятий и процессов которые протекают на территории парка. Необходимо отметить, что законодательные акты, регулирующие деятельность индустриальных парков, были разработаны и приняты во многих странах еще в конце прошлого века.

Положительный опыт создания индустриальных парков в промышленно развитых странах демонстрирует необходимость стимулирования подобного процесса в России, который позволит активизировать промышленное производство, привлечь прямые инвестиции, обеспечить сбалансированность, пропорциональность и комплексность развития территорий, создать дополнительные рабочие места, решить проблему вывода промышленных предприятий из центра города, обеспечить диверсификацию и устойчивость существующих промышленных площадок (производств). Индустриальный парк может стать своеобразной «точкой роста» муниципальной экономики, где крупные предприятия будут обеспечивать приток инвестиций, занятость населения и налоговые поступления в бюджет, а также давать импульс развитию малым предприятиям.

Анализ отечественных, зарубежных источников литературы и научных материалов по вопросам развития индустриальных парков показал, что за сравнительно небольшой промежуток времени (5-7 лет) в России наметились положительные тенденции роста их количественных и качественных показателей.

В 2018 году в ходе исследования проанализирована информация по заявленным проектам индустриальных парков в Российской Федерации, по результатам обработки собранных данных были определены 227 индустриальных парков. По данным Ассоциации индустриальных парков за 2018 год (в сравнении с 2013 годом), значительно выросло количество как действующих проектов – с 36 до 150, так и находящихся в стадии строительства – с 44 до 77. Всего за прошедший 2018 год появилось 39 новых действующих индустриальных парков, а общее число парков увеличилось на 61 парк. По форме собственности индустриальных парков следует отметить, что преобладают частные гринфилд парки. Ожидается, что развитие и поддержка программ по реконструкции и реиндустриализации старых промышленных зон, в том числе, позволит в будущем существенно увеличить долю парков типа «браунфилд» в общей структуре отрасли.

Одной из проблем индустриальных парков в России является отсутствие целенаправленной политики кластеризации с учетом промышленной и ресурсной базы парка.

В настоящее время, четко прописанных критериев благоприятных для строительства или же наоборот запрещающие размещение таких объектов нет. Так как нормативно это нигде не закреплено. Обычно в литературе особое внимание уделяют типу возможного использования по кадастровому участку, транспортной доступности и



наличию инженерных сетей.

Основной проблемой является, то, что практически ни в каких источниках подробно не расписывается и не упоминается вопрос экологической составляющей, при проектировании промышленных парков. Отсутствие информации о том, какое воздействие промышленный парк может оказывать на окружающую среду и здоровье населения, нет прописанной экологической политики таких предприятий и нет информации об обязательности проведения локального экологического мониторинга в процессе эксплуатации объекта. Из наиболее важных экологических проблем, вызываемых строительством промышленных парков можно выделить:

1. Выбросы загрязняющих веществ;
2. Потребление различных материалов;
3. Образование отходов и сточных вод;
4. Потеря земельного ресурса;
5. Отсутствие информации о экологической политике предприятий, экологическом мониторинге;
6. Размещение на одной территории промышленного парка предприятий разной специализации;
7. Возможность поглощения территории промышленного парка близлежащим городом в процессе разрастания близлежащих городов;
8. Отсутствие четко прописанных правил, регулирующих размещение на одной территории, предприятий имеющих разные классы опасности;
9. Опасность размещения промышленных парков типа «Браунфилд» в городских границах (т.к. промышленный парк является такой же промзоной);
10. Проблема прикрытия полигонов складирования ТКО под названием эко-промышленный парк.

В результате исследования были предложены рекомендации для выбора участка строительства промышленных парков:

1. Отсутствие особо охраняемых природных территорий, заказников, заповедников;
2. Отсутствие памятников природы;
3. Отсутствие видов и ареалов животных занесенных в Красную Книгу;
4. Земельный участок предполагаемого строительства должен относиться к категории земель промышленности и/или земель поселений на которых допускается размещение промышленных объектов;
5. Земельные участки должны быть смежными, либо располагаться на расстоянии не более 2 км от ближайшего к ним земельного участка, составляющего территорию промышленного парка;
6. Отсутствие на предполагаемой территории строительства скотомогильников и биотермических ям;
7. Необходимо учитывать показатель розы ветров в силу преобладающих ветров по отношению к жилым районам;
8. Геологические и геодезические параметры не препятствуют строительству и размещению промышленных объектов и объектов инфраструктуры;
9. Предполагаемая территория строительства не должна пересекать пояса санитарной охраны подземных источников водоснабжения;
10. Отсутствие на предполагаемой территории строительства объектов, включенных в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ;
11. Отсутствие на предполагаемой территории строительства водоохраных зон и прибрежных защитных полос;
12. Между территорией промышленных парков, промышленных кластеров, и жилой



застройкой следует предусматривать санитарно-защитную зону в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Необходимым условием корректной эксплуатации индустриального парка является наличие базовой программы локального экологического мониторинга как на всей территории индустриального парка в целом, так и на каждом предприятии отдельно, которое находится на его территории.

Общие рекомендации для создания базовой программы локального экологического мониторинга на территории индустриального парка:

**Мониторинг состояния почв предполагает:**

- Выявление участков механического нарушения почвенного покрова, проявления процессов деградации, загрязнения, засорения поверхности почв;
- Периодический повторный отбор проб и проведение химических, микробиологических и паразитологических исследований почвенного покрова.
- Расположение контрольных пунктов и набор контролируемых параметров предлагается аналогично примененным в ходе ИЭИ;
- Выявление участков визуального нарушения почвенного покрова проводится методом визуального наблюдения (обхода территории участка) с периодичностью 1 раз в год в бесснежный период;
- Отбор и анализ проб почв проводится 1 раз в 5 лет (при отсутствии разовых залповых выбросов загрязнителей на почву) в теплое время года.

**Мониторинг состояния растительности** предполагает выявление признаков техногенной угнетенности зеленых насаждений: усыхание древесных и кустарниковых видов, деградация травяного покрова и др. Проводится методом визуального наблюдения (обхода территории участка) с периодичностью 1 раз в год в теплый период. Так же возможно использование биоиндикационных методик. Такие исследования целесообразно совместить с обследованием состояния почв.

**Мониторинг физических воздействий** (шума, ЭМИ) проводится эпизодически при появлении новых источников шума в дневное и ночное время в контрольных пунктах, использованных в ходе ИЭИ.

**Мониторинг радиационной обстановки** проводится методом пошаговой гамма-съемки эпизодически при появлении на территории исследуемого участка и в непосредственной близости от него объектов и строительных материалов, способных быть источниками радиационного загрязнения. Обследование проводится локально вблизи потенциально радиационно-опасного участка.

**Мониторинг состояния воздушной среды** следует производить с соблюдением установленных нормативов выбросов: 1) Контроль непосредственно на источниках; 2) Контроль содержания вредных веществ в атмосферном воздухе (на границе ближайшей жилой застройки). По всем источникам выбросов необходим постоянный контроль состава и количества выбросов вредных веществ. Санитарно-гигиеническая оценка должна проводиться по общепринятым и утвержденным методикам.

Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для 1 класса - не реже 1 раза в 10 дней, 2 класса - не реже 1 раза в месяц, 3 и 4 классов - не реже одного раза в квартал.

Опробование атмосферного воздуха необходимо осуществлять на маршрутных постах наблюдения для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности с помощью передвижного оборудования (ГОСТ 17.2.3.01-86 п.п.1.3)

**Мониторинг водных объектов** включает наблюдения за поверхностными и подземными водами, донными отложениями и взвесями. Вода и взвеси наблюдаются в характерные гидрологические периоды (половодье, межень, паводки), а донные отложения - один раз в год.



Если на реке имеется сброс сточных вод от промышленных предприятий, стоки животноводческих ферм и т.д., то отбор пробы воды проводят ниже сброса на 500 м, что позволяет контролировать степень загрязнения воды в реке сточными водами (для сравнения следует взять пробу ниже сброса на 500 м. и выше сброса сточных вод). Если предполагается, что в результате сброса сточных вод в природных слоях накапливаются оседающие вредные вещества, которые могут стать источником вторичного загрязнения воды, отбирают природные пробы на расстоянии 30-50 см от дна.

#### **Литература**

1. Меры государственной поддержки индустриальных парков и промышленных технопарков. Минпромторг России, 2015.
2. Методические рекомендации по созданию индустриального парка, Москва 2014.
3. СП XXX.132800.2016.Первая редакция. Индустриальные парки. Промышленные кластеры. Правила проектирования.
4. ГОСТ Р 56301-2014 Национальный стандарт Российской Федерации. Индустриальные парки требования.



## **АНАЛИЗ РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ КАРЬЕРОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Алексеева Ю.Ю. (Московский государственный строительный университет, г. Москва, jul.alexeeva@yahoo.com),*

*Бузякова И.В. (Московский государственный строительный университет, г. Москва, buzyakova@mail.ru)*

**Аннотация:** Для решения проблемы нехватки земель, пригодных для организации селитебных территорий в Московской области необходимо восстановление и возвращение в хозяйственный оборот земель отработанных карьеров по добыче строительного песка, песчано-гравийных пород, а также глин и суглинков. В статье рассмотрены действующие карьеры Московской области. На основе данных перечня лицензий на пользование недрами в целях геологического изучения, разведки и добычи основных полезных ископаемых Министерства экологии и природопользования Московской области, произведен анализ по следующим факторам: территориальное расположение, добываемые ресурсы, площадь и удаленность от населенных пунктов. Наибольшее число карьеров сосредоточено в западной и восточной частях Московской области вблизи от населенных пунктов, площадь которых составляет до 50 га. Анализ показал, что большую часть площадок, преимущественно расположенных на западе и востоке, потенциально возможно использовать в целях организации рекреационных, селитебных, административных, а также промышленных территорий, а также, за счёт территорий рекультивированных карьеров возможно решить социальную проблему обеспечения многодетных семей Московской области землёй пригодной для проживания.

**Ключевые слова:** рекультивация, действующие карьеры, общераспространённые полезные ископаемые.

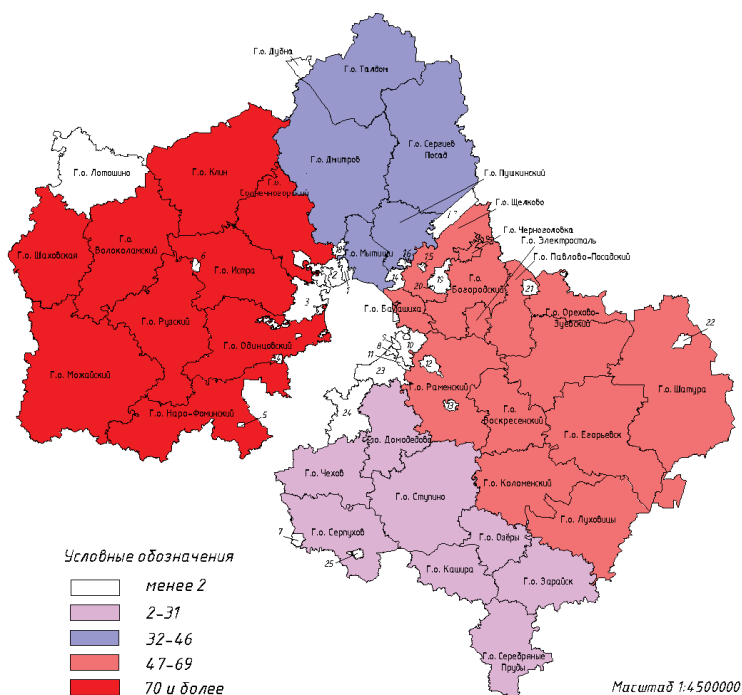
В настоящее время достаточно остро стоит вопрос о нехватке земель, пригодных для организации селитебных территорий, как правило в крупных агломерациях, особенно в Московском регионе, включающем г. Москву и Московскую область.

Одним из средств решения данной задачи может являться восстановление и возвращение в хозяйственный оборот земель отработанных карьеров.

Горнодобывающая промышленность в Московской области сосредоточена на разработке месторождений строительного песка, песчано-гравийных пород, а также глин и суглинков. Несмотря на то, что разработки ведутся на сравнительно небольших глубинах до 30-40 метров, разработка карьеров наносит большой ущерб экосистемам, гидрологическому балансу подземных вод, а также является причиной образования опасных геологических процессов. Кроме этого, территории исключаются из хозяйственного оборота, и не могут быть использованы для размещения гражданских или промышленных объектов.

В настоящее время на территории Московской области ведется разработка 221 карьера. Это месторождения, на разработку которых, официально Министерством экологии и природопользования Московской области предоставлены лицензии на пользование недрами в целях геологического изучения, разведки и добычи общераспространённых полезных ископаемых (ОПИ) на территории Московской области. Наибольшее число карьеров сосредоточено в западной и восточной частях региона (рис. 1).

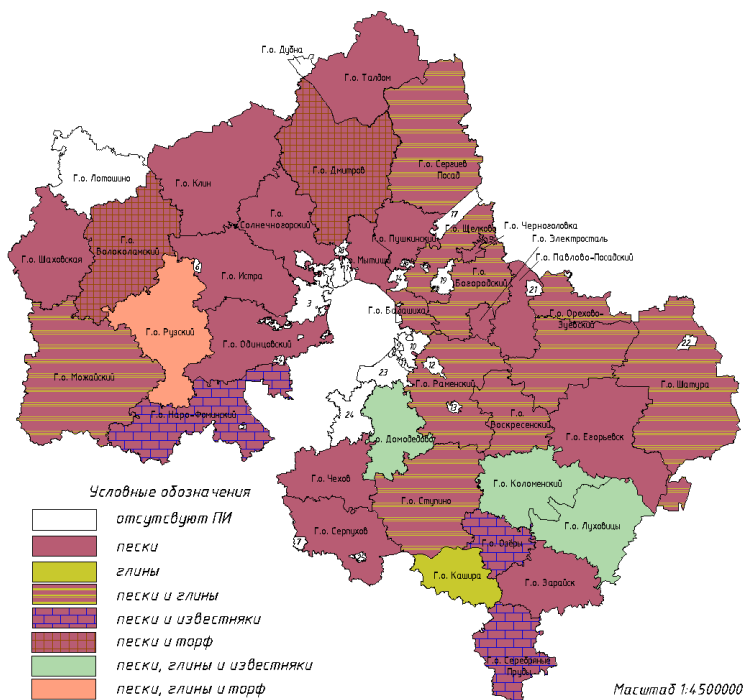




**Рисунок 1.** Карта-схема концентрации разрабатываемых карьеров, по состоянию на сентябрь 2019 года

Территории где отсутствуют карьеры: 1 – г.о. Долгопрудный, 2 – г.о. Химки, 3 – г.о. Красногорск, 4 – г.о. Власиха, 5 – г.о. Молодежный, 6 – г.о. Восход, 7 – г.о. Протвино, 8 – г.о. Дзержинский, 9 – г.о. Котельники, 10 – г.о. Люберцы, 11- г.о. Лыткарино, 12 – г.о. Жуковский, 13 – г.о. Бронницы, 14 – г.о. Королёв, 15 – г.о. Фрязино, 16 – г.о. Ивантеевка, 17 – г.о. Красноармейск, 18 – г.о. Лобня, 19 – г.о. Лосино-Петровский, 20 – г.о. Звездный, 21 – г.о. Электрогорск, 22 – г.о. Рязань, 23 – Ленинский, 24 – г.о. Подольск, 25 – г.о. Пущино.

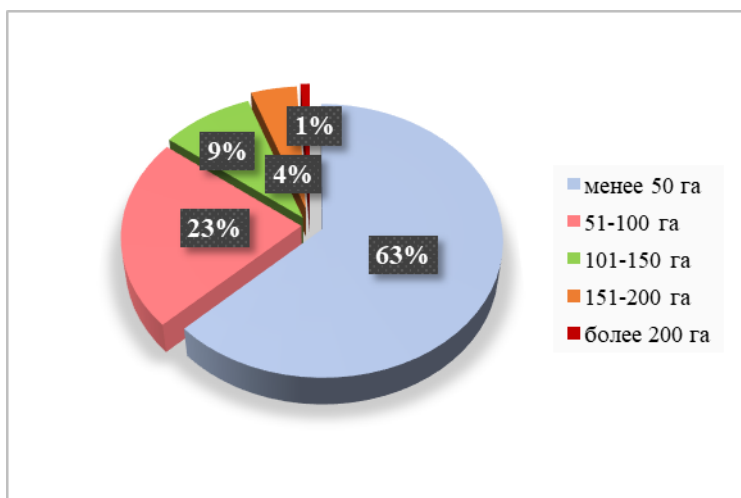
Геологическое строение территории Московской области обуславливает текущее распределение карьеров по территории региона по видам добываемых ресурсов (рис.2), основная доля которых приходится на добычу песка и глины [1, 3, 4, 5, 6].



Территории где отсутствуют карьеры: 1 – г.о. Долгопрудный, 2 – г.о. Химки, 3 – г.о. Красногорск, 4 – г.о. Власиха, 5 – г.о. Молодежный, 6 – г.о. Восход, 7 – г.о. Протвино, 8 – г.о. Дзержинский, 9 – г.о. Котельники, 10 – г.о. Люберцы, 11- г.о. Лыткарино, 12 – г.о. Жуковский, 13 – г.о. Бронницы, 14 – г.о. Королёв, 15 – г.о. Фрязино, 16 – г.о. Ивантеевка, 17 – г.о. Красноармейск, 18 – г.о. Лобня, 19 – г.о. Лосино-Петровский, 20 – г.о. Звездный, 21 – г.о. Электрогорск, 22 – г.о. Рязань, 23 – Ленинский, 24 – г.о. Подольск, 25 – г.о. Пушкино.

**Рисунок 2.** Карта-схема распределения карьеров по территории Московской области по видам добываемых полезных ископаемых в соответствии с перечнем лицензий на добычу, по состоянию на сентябрь 2019 года

По занимаемой площади карьеры распределены неравномерно по территории Московской области (рис.3). Большинство (63%) из всех действующих карьеров занимают относительно небольшие площади до 50 га, такие карьеры широко распространены по всей территории Московской области, сравнительно меньший процент 23% составляют карьеры площадью до 100 га, 9% до 150 га и 4% до 200 га.



**Рисунок 3.** Соотношение действующих карьеров Московской области по занимаемой площади



Однако, большинство разрабатываемых карьеров расположены в относительной близости к селитебным территориям: от 0,1 до 1,5 км (рис. 4). В территориальном отношении это наблюдается в городских округах запада и востока Московской области, так как исторически населенные пункты формировались вблизи производств и сырьевой базы для них.

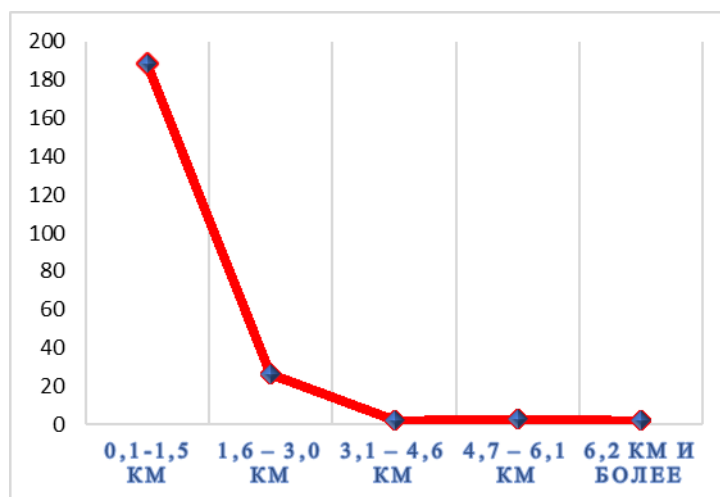


Рисунок 4. Количество карьеров по удаленности от населенных пунктов

Разработка карьеров оказывает выраженное техногенное влияние. На основе данных спутниковых карт видно, что часть разрабатываемых карьеров Московской области уже обводнена, это приводит к развитию опасных геологических процессов. Чаще всего это происходит в результате глубокой выработки карьера (до 30-40 м), в то время как добыча осуществляется только на его террасах [2,7]. Географически основная доля обводненных карьеров сосредоточена на западе и востоке региона.

По итогам предварительного анализа, можно сделать следующие выводы:

– большую часть разрабатываемых карьеров сосредоточена на западе Московской области, также следует отметить, что западное направление в транспортном и экономическом отношении более перспективно;

- в совокупности большее число карьеров занимают площади до 100 га, это оптимальная площадь для размещения жилых и рекреационных территорий.

– наибольшее число карьеров сосредоточено вблизи селитебных территорий, что, также, важно в их будущей рекультивации и дальнейшем использовании в целях строительных площадок;

– за счёт территорий рекультивированных карьеров возможно решить социальную проблему обеспечения многодетных семей Московской области землёй пригодной для проживания.

### Литература

1. Богданов А. А., Тектоническая история территории СССР и сопредельных стран, «Вестник МГУ. Серия IV. Геология», 1968, №1
2. Ведомственная информационная система Комитета по архитектуре и градостроительству Московской области (ВИС/ ИСОГД) [www.isogd.mosreg.ru](http://www.isogd.mosreg.ru)
3. Даньшин Б.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и её окрестностей. М., 1947
4. Инженерная геология СССР. Том 1. Русская платформа. МГУ, Москва, 1978 г.



5. Шатский Н. С., Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы, «Изв. АН СССР. Серия геологическая», 1946, № 1
6. Шик С.М., Шик Е.М. Бюллетень Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. № 6. 2015. 128 стр.
7. Электронный ресурс [www.wikimapia.org](http://www.wikimapia.org)



## ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

*Ахмадиев А.К. \* (МГРИ, art696@mail.ru),  
Экзарьян В.Н. (МГРИ, vnekzar@rambler.ru)*

**Аннотация:** В работе рассматриваются некоторые проблемы правового регулирования в области реабилитации природной среды. Акцент авторами сделан на пробелы, существующие в сфере понятийного аппарата, регулирования зон экологического бедствия, экологической информации. Сделан ряд предложений, например, ратификация Орхусской конвенции, проведение кодификации экологического права, расширение и уточнение терминологической базы. Авторы полагают, что существует необходимость не только правового регулирования самой реабилитации природной среды, но и тесно связанных с ней областей.

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, реабилитация природной среды, экологическое бедствие, правовая коллизия, экологическая информация, эколого-правовые дефекты.

Экологическое право, как и любая другая отрасль права, представляет собой живую систему, которая в ходе своего развития сталкивается с проблемами, формирующими несовершенство правового поля. Эти проблемы иногда именуют еще правовыми дефектами. С учетом выделяемых в экологическом праве составных частей можно говорить о существовании в нем таких правовых дефектов как - дефекты эколого-правового сознания, дефекты системы экологического права, экологического законодательства, экологических правоотношений, дефекты реализации эколого-правовых предписаний [6, С.33]. Причинами появления данных недостатков могут выступать: отсутствие специального знания и некомпетентность лиц наделенных законотворческой инициативой, формальное отношение к нормам, нестройность самой системы права, ошибки в правоприменительной практике и т.д.

Правовое регулирование такой области как реабилитация или восстановление природной среды не является исключением и также подвержено упомянутым дефектам. Один из них можно назвать «понятийный парадокс» в отношении реабилитации природной среды. Он заключается в отсутствие нормативно - правового определения «восстановление природной среды» при широком его употреблении в экологическом праве и закреплении требования реабилитации нарушенных территорий как одного из обязательных при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (ст. 34, ст.36, ст.38, ст. 39., ст.40, ст.42, ст.43, ст.46 Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) "Об охране окружающей среды" [5]).

Задача или требование восстановления природной среды отмечены в доктринальных нормах (например, в Экологической доктрине России, Стратегии развития морской деятельности в РФ до 2030 года, Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года, Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года, Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года и др.), федеральных законах (например, в Федеральном законе от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) "Об охране окружающей среды", Законе РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 27.12.2019)"О недрах", Лесном кодексе Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 27.12.2018), Водном кодексе Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 02.08.2019) и др.) и нормативно-технических регламентах экологического характера.





В природоохранном законодательстве основополагающим понятием является «охрана окружающей среды» или «природоохранная деятельность», под которой, согласно ФЗ "Об охране окружающей среды" [5] понимается деятельность органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (ст.1). Из данной дефиниции становится понятным, что восстановление природной среды - неотъемлемая часть природоохранной деятельности. Однако четко обозначенной сути, целей, задач восстановления природной среды в законодательстве не прописано. Доктринальные нормы в свою очередь декларируют, но не раскрывают содержательную сторону вопроса.

Другим пробелом является отсутствие правового регулирования экологически депрессивных территорий как основного объекта реабилитации. В мировой практике (в странах Европы, США, Японии, Китае, Белоруссии и др.) существует факт правового регулирования режима подобных территорий: начиная от их выделения и заканчивая программами по их восстановлению и переводу в категории пригодных для хозяйственной деятельности территорий. В России же до сих пор подобные правовые нормы слабо развиты, а в федеральном законодательстве не обозначены даже категории экологически депрессивных территорий и меры по их реабилитации.

Однако стоит отметить, что в Законе РСФСР от 19.12.1991 N 2060-1 (ред. от 10.07.2001, с изм. от 30.12.2001) "Об охране окружающей природной среды" [1] существовали понятия «зоны чрезвычайной экологической ситуации» и «зоны экологического бедствия». Под зонами чрезвычайной экологической ситуации понимались участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных (ст.57). Зонами экологического бедствия считались участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны (ст.58).

В существующем же законодательстве подобные нормы отсутствуют. Ст. 57 ФЗ «Об охране окружающей среды» [5] производит отсылку к законодательству о зонах экологического бедствия, которое до сих пор не разработано и не принято. В то же время именно определение данных зон, установление их правового режима, выделение их границ, критериев, является ключевым для формирования программ по реабилитации природной среды, ведь именно на территориях наиболее деградированных необходимо применять меры по их восстановлению в первую очередь.

В начале 90-х годов XX в. была проведена большая работа по определению критериев для придания экологически разрушенным территориям статуса зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. В частности, было установлено, что «глубокие необратимые изменения» должны рассматриваться за относительно короткий исторический срок – не менее продолжительности жизни одного поколения людей. К сожалению, эти уникальные наработки не только не получили развития, но и были практически не востребованы [4]. В итоге, в современном экологическом праве России отсутствуют экологически депрессивные территории.



С реабилитацией природной среды связано и регулирование экологической информации. В век информационного общества данные о состоянии окружающей среды или экологических программах становятся все более значимыми. Несмотря на то, что в Конституции РФ [2] напрямую указано, что каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением (ст. 42), можно констатировать, что конституционное право на экологическую информацию не в полной мере реализуется.

Одним из основных пробелов доступа к экологической информации является сегодня отсутствие ее нормативного определения, равно как и правового режима разных видов экологической информации, порядка отнесения информации к категории экологической со всеми вытекающими из этого правовыми последствиями [4].

Необходимо отметить, что в Орхусской конвенции (1998 г), которую Россия подписала, но так пока и не ратифицировала, содержится достаточно полное определение экологической информации. Согласно конвенции [3] экологическая информация означает любую информацию в письменной, аудиовизуальной, электронной или любой иной материальной форме о:

а) состоянию элементов окружающей среды, таких, как воздух и атмосфера, вода, почва, земля, ландшафт и природные объекты, биологическое разнообразие и его компоненты, включая генетически измененные организмы, и взаимодействие между этими элементами;

б) факторах, таких, как вещества, энергия, шум и излучение, а также деятельность или меры, включая административные меры, соглашения в области окружающей среды, политику, законодательство, планы и программы, оказывающие или способные оказать воздействие на элементы окружающей среды, охватываемые в подпункте а выше, и анализ затрат и результатов и другой экономической анализ и допущения, использованные при принятии решений по вопросам, касающимся окружающей среды;

с) состоянию здоровья и безопасности людей, условиях жизни людей, состоянии объектов культуры и зданий и сооружений в той степени, в какой на них воздействует или может воздействовать состояние элементов окружающей среды или, через посредство этих элементов, факторы, деятельность или меры, упомянутые в подпункте б выше.

Ратификация Орхусской конвенции позволила бы продвинуться в вопросе регулирования экологической информации, и стимулировало бы развитие эколого-правовых норм.

Как можно убедиться, существующая система правового регулирования природоохранной деятельности весьма не совершенна. Среди мер по их совершенствованию может быть расширение и унификация эколого – правового терминологического аппарата; необходимость проведения кодификации норм экологического права с целью выявления дублирующих норм или отсутствующих.

Существенным вопросом является управление охраной окружающей среды и финансирование природоохранных мер. В данной области необходимо закрепление целевого назначения собираемых экологических налогов, платежей, сборов. В частности необходима норма об использовании подобных средств только на природоохранные, реабилитационные цели, внедрение «зеленых» технологий. В сфере государственного управления главным недостатком следует признать концентрацию как разрешительных, так и надзирающих, контролирующих функций в одном органе власти (Министерстве природных ресурсов и экологии РФ). Следствием такого всеобъемлющего характера является малая эффективность реализуемых программ (например, Национального проекта «Экология»). Одним из шагов, который способен изменить ситуацию может быть разделение функций и формирование Министерства охраны окружающей среды и



Министерства рационального природопользования. С учетом специфики экономической модели и уклада России, исторической значимости геологической службы, целесообразно возродить Министерство геологии или выделить геологическую службу России в самостоятельный орган.

Одной из ключевых мер по предотвращению деградации экосистем и нецелевому использованию земель является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ). С целью повышения их правового статуса и значимости необходимо в срочном порядке возродить норму об абсолютном запрете изъятия их земель. Все вышеуказанные меры являются взаимосвязанными и способствуют совершенствованию мер по охране окружающей среды.

### **Литература**

1. Закон РСФСР от 19.12.1991 N 2060-1 (ред. от 10.07.2001, с изм. от 30.12.2001) [Электронный ресурс] «Об охране окружающей природной среды». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
3. Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды [Орхусская конвенция] [Электронный ресурс]./ Официальный сайт ООН [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/orhus.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/orhus.shtml) (дата обращения 19.01.2020)
4. Рыженков А.Я. Принципы экологического права: монография. – М.: Юрлитинформ, 2018. – 384 с.
5. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) [Электронный ресурс] «Об охране окружающей среды». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
6. Хлуденова Н.И. Дефекты правового регулирования охраны окружающей среды: Монография. – М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ: ИНФРА-М, 2014. – 172 с. – DOI 10.12737/2062 ([www.doi.org](http://www.doi.org)).



## ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ АЗОВСКОГО МОРЯ

*Буфетов Д.О. (МГРИ, e-mail: mbufetova@mail.ru)*

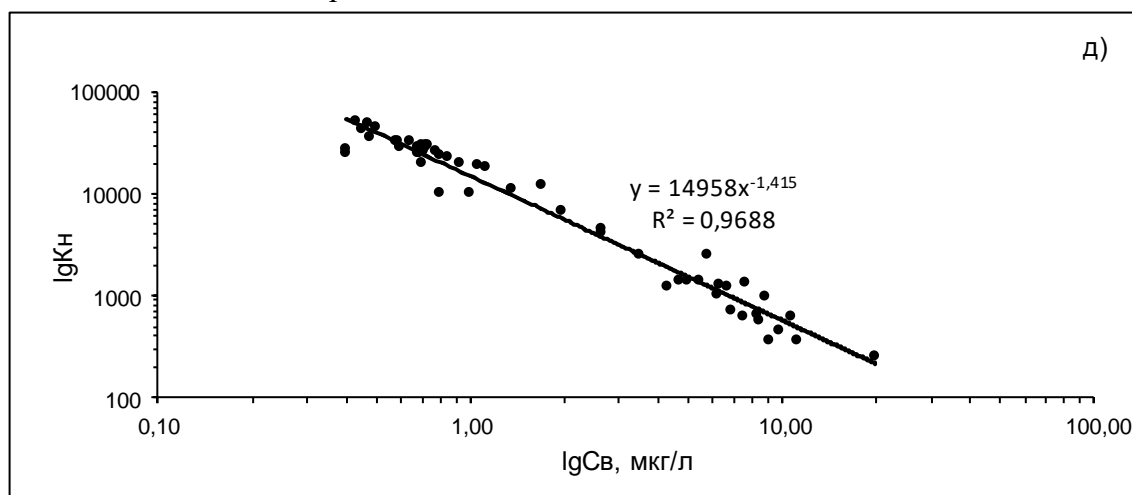
**Аннотация:** в работе проанализированы данные по содержанию Pb, Zn, Cu, Cd в воде и в поверхностном слое донных отложений Азовского моря за 1986-2015 гг. Изучены закономерности концентрирования рассмотренных тяжелых металлов донными отложениями в зависимости от их концентрации в воде. Показано, что интенсивность потоков седиментационного самоочищения вод уменьшалась с увеличением концентрации тяжелых металлов в воде, что было обусловлено сорбционными свойствами донных отложений.

**Ключевые слова:** Азовское море, тяжелые металлы, коэффициент накопления, концентрирование, донные отложения

Азовское море обладает статусом рыбохозяйственного водоема высшей категории и имеет высокий рекреационный потенциал, а значит, несет в себе большой интерес как объект исследования и мониторинга окружающей среды.

В работе были использованы данные, предоставленные ФГУ «Азовморинформцентр» по концентрации Pb, Zn, Cu, Cd в воде и донных отложениях в 2010–2015 гг., а также литературные данные.

Исследование тренда изменения коэффициента накопления свинца донными отложениями ( $K_n = C_{до}/C_{в}$ ) от его концентрации в воде показало, что эта зависимость с высокой степенью статистической достоверности (коэффициентом детерминации  $R^2=0.96$ ) ложится на прямую линию на графике с логарифмическими масштабами по осям ординат (рис. 1). Изученные материалы свидетельствовали, что повышенная интенсивность седиментационного самоочищения вод при низких концентрациях свинца в воде обеспечивалась высокой (при  $K_n > n \times 10^4$  единиц) концентрирующей способностью донных отложений. С увеличением степени загрязнения вод свинцом до 10 мкг/л величина  $K_n$  снижалась более чем на два порядка величин и, соответственно, уменьшался вклад седиментационных процессов в самоочищение вод.

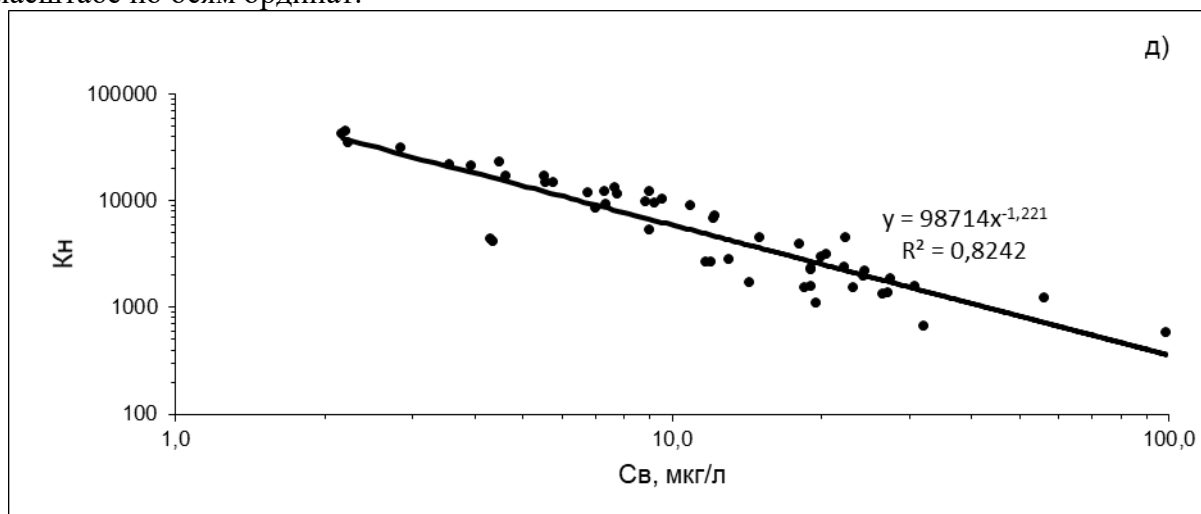


**Рисунок 1.** Зависимость изменения коэффициента накопления свинца донными отложениями от его концентрации в воде

Концентрация цинка в воде превысила ПДК (50 мкг/л) [1] только в 2014 г. в центральной части моря, а в донных осадках она не достигала допустимых уровней (140 мкг/г) [2] за весь период наблюдений. Представленные на рис. 2 графические материалы

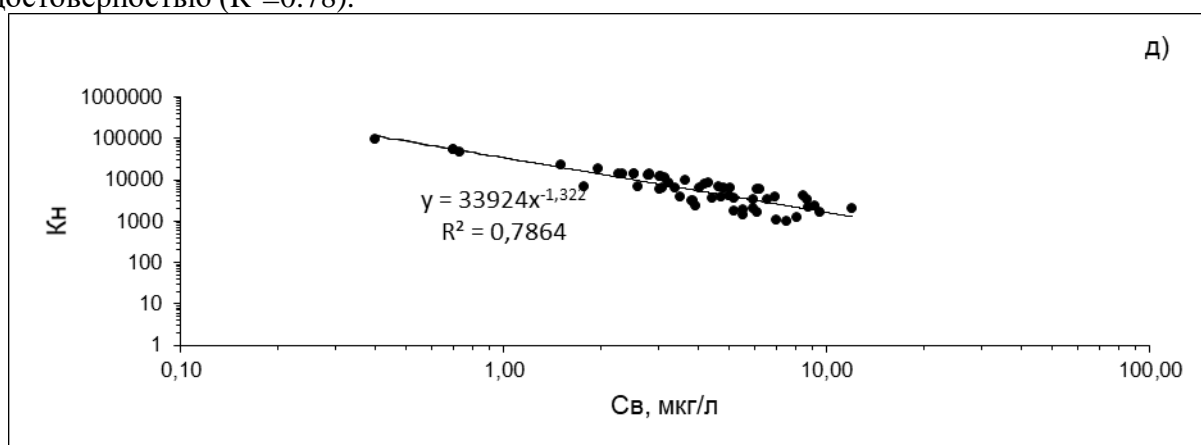


свидетельствовали, что зависимость изменения коэффициентов накопления цинка донными осадками при различных его концентрациях в воде с достаточной степенью адекватности ( $R^2=0.82$ ) описывается уравнением прямой линии в логарифмическом масштабе по осям ординат.



**Рисунок 2.** Зависимость изменения коэффициента накопления цинка донными отложениями от его концентрации в воде

Концентрация меди в воде Азовского моря в различные годы превышала ПДК (5 мкг/л) [1]. Распределение меди в поверхностных слоях донных отложений соответствовало обратной тенденции – чем выше были ее концентрации в воде, тем меньшим было ее содержание в донных отложениях. Это свидетельствовало о проявлении эффекта насыщения медью донных отложений по мере увеличения ее концентрации в воде. В то же время, концентрация меди в период с 1995 по 2005 гг. достигала критических пределов содержания этого металла в поверхностном слое донных отложений. Зависимость между коэффициентами накопления меди донными осадками от ее содержания в водной среде (рис. 3) описывается уравнением прямой линии в логарифмических масштабах по осям ординат, но с меньшей статистической достоверностью ( $R^2=0.78$ ).



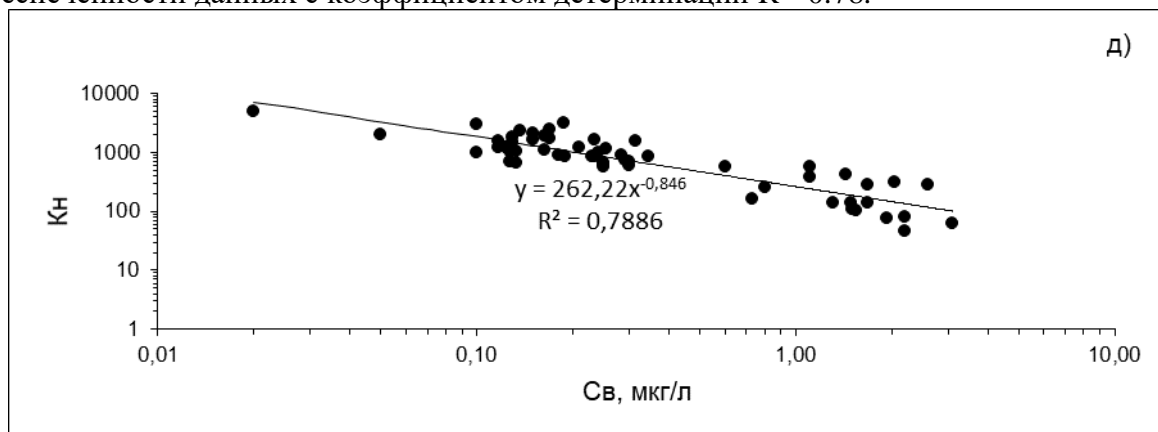
**Рисунок 3.** Зависимость изменения коэффициента накопления меди донными отложениями от его концентрации в воде

Рассмотрение материалов по распределению кадмия показало, что с 1993 по 2009 гг. наблюдался тренд медленного снижения его концентрации в воде открытой части моря и в Таганрогском заливе с последующим пиком в 2010-2014 гг. В 2010–2015 гг. концентрация кадмия во всех рассматриваемых частях моря не превышала ПДК (10 мкг/л) [1]. Распределение кадмия в поверхностном слое донных осадков до 2010 г. снижалась, после чего был отмечен пик ее увеличения в собственно море и в Керченском





проливе (в районе порта Кавказ в 2015 г. концентрация кадмия превышала допустимую концентрацию и составляла 0.9 мкг/г) [2]. Зависимость коэффициентов накопления кадмия от изменения его концентрации в воде описывалась уравнением прямой линии с логарифмическим масштабом по осям (Кн–Св) (рис.4) при статистической обеспеченности данных с коэффициентом детерминации  $R^2=0.78$ .



**Рисунок 4.** Зависимость изменения коэффициента накопления кадмия донными отложениями от его концентрации в воде

Проведенные исследования в целом позволили заключить следующее. С увеличением концентрации тяжелых металлов в воде их концентрация в донных отложениях стремится к пределу насыщения. Зависимость между коэффициентами накопления тяжелых металлов донными осадками от их содержания в водной среде описывается уравнением прямой линии в логарифмических масштабах по осям ординат, с высокой статистической достоверностью. Превалирующим фактором седиментационного самоочищения вод в интервале низких концентраций тяжелых металлов в воде является концентрирующая способность донных отложений, а с повышением загрязнения вод тяжелыми металлами относительное влияние концентрирующей способности донных осадков снижается.

### Литература

1. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года). Приказ Минсельхоза России № 552 от 13.12.2016 г.
2. Warmer H., van Dokkum R. 2002. Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice. Lelystad: RIZA report: 77 p.



## СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Глухова М.И. (МГРИ-РГГРУ, [marina5638@mail.ru](mailto:marina5638@mail.ru))

**Аннотация:** Одним из самых отходоёмких производств является горное производство. Так, на долю горной промышленности приходится около 70-75% всех отходов, образованных в РФ. Из них только 30% подвергаются утилизации. Отходы твёрдого, жидкого и газообразного агрегатного состояния, складываются в хвостах, отвалах, шламохранилищах, полигонах, и в последствии содержащиеся в них (в отходах) полезные компоненты теряются. Известно, что прямой выход продукции в технологической цепочке «сырьё-целевой продукт» в золотодобывающей промышленности не превышает 1 %.

**Ключевые слова:** золото, экология, отходы.

Отходы могут быть источником для увеличения номенклатуры продукции, исходя из чего, неиспользование отходов может являться причиной упущенной выгоды. Однако стоит заметить, что помимо упущенной выгоды, места складирования отходов безусловно представляют собой потенциальную опасность загрязнения окружающей среды.

В целом, воздействие на окружающую среду при отработке золоторудных месторождений можно классифицировать следующим образом:

**А) Химическое:**

- химическое воздействие на природные водотоки, что изменяет биоценоз водных организмов и ихтиофауны;
- химическое воздействие на почвенно-растительный покров, поверхностные и подземные воды продуктов использования и переработки горюче-смазочных материалов и взрывных работ.

**Б) Параметрическое:**

- нарушение теплового режима многолетнемерзлых пород и дренажных путей подземных вод.

**В) Ландшафтно-деструкционное:**

- механическое нарушение сплошности верхнего слоя земли;
- изъятие площадей земельных ресурсов;
- перемещение огромных масс вскрышных пород, нарушение природного ландшафта.

В ходе добычи (особенно при открытом способе) происходит выемка огромного объёма пустой и вмещающей породы, которая складывается в отвалах. Так же при последующем первичном обогащении руд, образуется большой объём отходов обогащения (хвостов).

Характерными чертами хвостохранилищ являются повышенные концентрации тяжёлых металлов, таких как мышьяк (As), кадмий (Cd), никель (Ni), свинец (Pb), медь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co) и ртути (Hg). Инфильтрация через хвостохранилища и



приводит к поступлению тяжёлых металлов в наземные и речные экосистемы. В иностранной литературе данный процесс носит название - дренаж кислых шахтных вод, сопровождающий серьезным негативным воздействием на принимающие водоемы.

Помимо прочего для организации хвостохранилища и отвалов необходимо отчуждение больших площадей земель. Так же хвостохранилища являются одним из потенциально опасных сооружений. Должна проводиться постоянная проверка дамб и других инженерных сооружений на предмет устойчивости и целостности, в избежание аварий, связанных с прорывом.

Например, в золотодобывающей шахте Гайана «Омай» в 1995 произошёл прорыв дамбы хвостохранилища и в одноимённую реку попала около 3.2 миллиона кубометров хвостов.

22 января 2007 года в Бразилии, в штате Минас-Жерайс произошла авария на дамбе хвостохранилища бокситового месторождения. Улицы и дома в прилегающих городах Мирай и Мурья были погребены под красным шламом.

Горная промышленность во всем мире использует цианистые соединения в переработке руды в двух основных целях: в качестве выщелачивающих агентов для драгоценных металлов и в качестве депрессантов при флотации базовых металлов. Воздействие цианида может происходить из открытых прудов с растворами реагента, в результате случайных разливов при транспортировке на участки добычи, из хвостохранилищ, а также в результате аварий. Попадание в прилегающие водные объекты способно привести к изменению биоценоза данных объектов, а также имеется потенциальный риск отравления людей. Так например, в 2011 году произошёл аварийный сброс цианидов с золотодобывающего предприятия в реку Секисовка (Восточно-Казахстанская область, Казахстан). По сообщению МЧС Казахстана предельно допустимые концентрации цианида была превышена в 500 раз.

Несмотря на текущую ситуацию, можно сделать ряд рекомендаций и предложений, которые могут положительно повлиять на развитие стратегий в области использования отходов:

А) Во-первых, в области охраны окружающей среды государству помимо ужесточения норм, стоит больше развивать мотивационную часть для недропользователей. Во-вторых, необходимо развитие инфраструктуры, что также лежит на плечах государства. Решением в данной сфере является создание привлекательного инвестиционного климата, а также принятие региональных стратегий в области развития инфраструктуры. В-третьих, необходимо стимулирование для развития системы сбора и утилизации отходов потребления в регионах.

Б) Компаниям-недропользователям, необходимо, во-первых, постоянно отслеживать научно-технические разработки и инновации, а также избрать целью в своём стратегическом планировании соответствие своих технологий и решений мировому уровню НТП. Во-вторых, следует проводить геологоразведку и оценку потенциальных техногенных месторождений. В-третьих, привлекать инвестиции природоохранного назначения для реализации стратегий по использованию отходов.



**Литература**

1. Экология и природопользование: учеб. пособие / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. В.М. Разумовского. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2011.
2. «Потери золота о которых редко говорят», Кавчик Б.К. — ОАО «Иргиредмет» , журнал «Золотодобыча», №159, Февраль, 2012
3. Экология и природопользование: учеб. пособие / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. В.М. Разумовского. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2011.
4. Разведка, разработка и переработка отходов горного производства для добычи полезных ископаемых : монография / А.О. Серебряков и [др]. - Астрахань: Астраханский университет, 2011.



**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В РАЙОНАХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД**

*Зотов Д.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), zotovd378@gmail.com)*

**Аннотация**

В статье ставится задача проанализировать геоэкологические проблемы, которые возникают в условиях многолетней мерзлоты. А также изучить влияние горнодобывающей промышленности на криогенные ландшафты.

**Ключевые слова**

Геоэкология криолитозоны, Российский север, освоение Северных территорий, строительство в зоне вечной мерзлоты

В условиях возрастающего антропогенного воздействия на природу Севера геоэкология криолитозоны призвана изучать реакцию криогенных ландшафтов на внешние воздействия. Геоэкология криолитозоны рассматривает фундаментальные и прикладные аспекты формирования криосферы Земли. Экологическая составляющая большинства геокриологических исследований заключается в оценке видимого в природе проявления экзогенных процессов и их влияния на строительство и эксплуатацию объектов различного назначения. Так же это и изучение механизмов сохранения, восстановления и стабилизации природной среды в результате антропогенных воздействий. От характера воздействий на ландшафт и его ответной реакции зависит весь комплекс экологических последствий [1].

Горнодобывающая промышленность является основной отраслью, обеспечивающей промышленное развитие Российского Севера. Современный этап горнопромышленного освоения территории отразился значительными масштабами техногенной нагрузки с дифференцированным воздействием на все компоненты биосферы. Последствия горнодобывающего техногенеза многократно усиливаются характерными для территории неблагоприятными климатическими, геологическими, эндо- и экзогенными процессами, которые при низкой интегральной устойчивости экосистем становятся необратимыми.

Российский Север является одним из крупнейших регионов России по потенциальным ресурсам полезных ископаемых и минерально-энергетического сырья. Однако дальнейшее горнопромышленное производство должно основываться на цивилизованном отношении к окружающей природной среде, учитывать специфику геоэкологических условий территории и социально-экологические аспекты жизнедеятельности, способствовать развитию малых народов проживающих на осваиваемых территориях, а также закреплению трудовых ресурсов привлекаемых для освоения территории. Методологический подход к комплексной оценке геоэкологического состояния территории должен основываться на изучении особенностей региональной геоэкологической системы, представляющей собой совокупность взаимодействующих структурных компонентов среды обитания: природной среды, геологической и антропогенной. Компоненты среды обитания территориально локализованы границами региональной геоэкологической системы, характеризуются геоэкологическими факторами, которые оказывают определяющее влияние на устойчивость окружающей среды, т.е. среды обитания. Проблема в первую очередь связана с программой освоения нефтегазовых ресурсов северных территорий.





Важной предпосылкой решения проблемы является также успешное решение проблемы освоения месторождений стратегических полезных ископаемых за полярным кругом создавая производственные комплексы по их добыче и переработке. Эти комплексы и станут экономическими форпостами для развертывания работ, как по освоению месторождений полезных ископаемых, так и по строительству горно-добывающих комбинатов, а также портов, аэропортов, автомагистралей, железнодорожных путей, трубопроводов и линий электропередач, обеспечивая хозяйственно-экономическое укрепление нового района хозяйственного развития на Севере России.

В проектах освоения Северных территорий необходимо создавать и применять методы и средства инженерной защиты окружающей природной среды, в том числе при разработке месторождений полезных ископаемых. В первую очередь, необходимо учитывать:

- эффективное использование и утилизацию вторичных горючих и топливных энергоресурсов;
- создание экологически чистых тепловых электростанций и котельных; создание малоотходных технологий для производства товарной продукции из отходов основного производства;
- исключение возможных окислительных процессов в отработанных пространствах горных предприятий;
- применение глубокой очистки технологических вод производства; освоение нетрадиционных источников энергии, особенно ветровой и низкопотенциальной отходящей тепловой энергии;
- создание новейших систем аккумулирования тепла[2].

Разнообразие природных, в том числе мерзлотных, условий на Севере и в криолитозоне в целом велико, что отражается на геоэкологической ситуации в районах строительства. Оно должно учитываться при прогнозе потенциальной опасности освоения [1]. В пределах Севера коренное изменение геосистем сопровождается возникновением критических, кризисных и локально катастрофических ситуаций. Это происходит потому, что по сравнению с другими природными зонами регенерация природных условий в криолитозоне путем самовосстановления или при проведении природоохранных мероприятий значительно менее результативна, не говоря уже о материальных затратах. Наиболее яркими примерами таких территорий являются Кольский, Норильский, Воркутинский районы, где около 50% площадей техногенно изменены. В пределах локализованных площадей природная среда изменена и загрязнена настолько, что состояние ее катастрофично, а люди расплачиваются здоровьем.

Техногенный прессинг определяется ориентацией и инфраструктурой производства, плотностью населения, химическим (местами и радиоактивным) загрязнением, объемами перемещенного материала, удельным потреблением энергии, другими воздействиями и показателями экономической сферы деятельности.

В разнообразных природных условиях, определяемых климатом, геологическим строением, рельефом и, в целом, ландшафтом, наложение хозяйственной деятельности создают свою специфическую геоэкологическую среду. Задача специалистов по вечной мерзлоте - исследовать и отдалить должное мерзлотным условиям, вписав их в иерархию других компонентов природы, «ответственных» за геоэкологию, показать их значимость и удельный вес для предотвращения или ликвидации последствий освоения и оптимизации природопользования.



**Литература**

1. Тумель Н.В., Зотова Л.И. ГЕОЭКОЛОГИЯ КРИОЛИТОЗОНЫ: Учебное пособие.-М.: Географический факультет МГУ, 2014.-244с.
2. Е.А. Ельчанинов, Е.А. Ельчанинова, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2014. 293с.



## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРЬЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПЕРИОД С 2016-2018 ГОДА

*Костенко И.С.\* (МГРИ, Экологический факультет; Galleras4@mail.ru)*

*Экзарьян В.Н. (МГРИ, Экологический факультет; vnekzar@rambler.ru)*

**Аннотация:** Одним из негативных последствий интенсификации нефтедобычи является загрязнение почвенного покрова территорий нефтеуглеводородами. При попадании нефти и нефтепродуктов в почву происходят глубокие и часто необратимые изменения морфологических, физико-химических, микробиологических свойств почвенного покрова, а иногда и существенная перестройка всего почвенного профиля, что приводит к потере загрязненными почвами плодородия. В данной работе оценивается загрязнение почвенного покрова нефтяного Урьевского месторождения сопутствующими поллютантами при добыче полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, загрязнение, Урьевское месторождение, почвенный покров, отбор проб, поллютанты, ПДК, КХА, производственный контроль, биотестирование.

Текст доклада: Для загрязненных почв характерен более темный цвет по сравнению с незагрязненными аналогами, большая плотность, наличие маслянистых и радужных пленок по граням структурных отдельностей в иллювиальных горизонтах, появление столбчатой структуры в нижней части профиля почв.

Актуальность данной работы заключается в оценке современного состоянии почвенного покрова месторождения по добыче нефтеуглеводородов для обеспечения безопасности территории и предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

Целью данной работы является детальная оценка динамики загрязнения почв Урьевского нефтяного месторождения в период с 2016 по 2018 год.

Урьевское нефтяное месторождение находится в Западной Сибири, в Средне-Обской низменности в Ханты-Мансийском автономном округе. ХМАО является основным нефтегазоносным районом России и одним из крупнейших нефтедобывающих регионов мира. Нефтегазоносность бассейна связана с отложениями Юрского и Мелового периода. Большая часть нефтяных и газонефтяных залежей находится на глубине 2000—3000 м.

Весь округ, а так же Урьевское месторождение расположены преимущественно на торфяно-болотных почвах, которые развиваются в условиях застойного увлажнения под воздействием пресных или очень слабо минерализованных вод атмосферных осадков без влияния грунтовых вод. В верховых торфяных почвах мощный слой органических веществ, плохо разлагается. Активному образованию перегноя препятствует высокая кислотность среды, ее слабая биоактивностью. Почвенный профиль таких болот примитивен. В нем два горизонта: торфяной и торфяно-глеевой. Глей – земляной профиль, которому закиси железа придают сизый, голубой или синий цвет. К использованию в сельском хозяйстве они малопригодны.

В рамках проведения мониторинга почвенного покрова производился количественный химический анализ проб отобранных почв на содержание различных веществ. Выбор месторасположения отбора проб для мониторинга почвенного покрова определяется организацией, эксплуатирующей месторождение ТПП «Лангепаснефтегаз» в рамках производственного контроля. Точки отбора приурочены к крупным загрязняющим объектам: пересечение федеральной автодороги с нефтяным трубопроводом; факельная



установка с дренажно-насосной станцией; полигон твердых бытовых и производственных отходов (рис. 1).

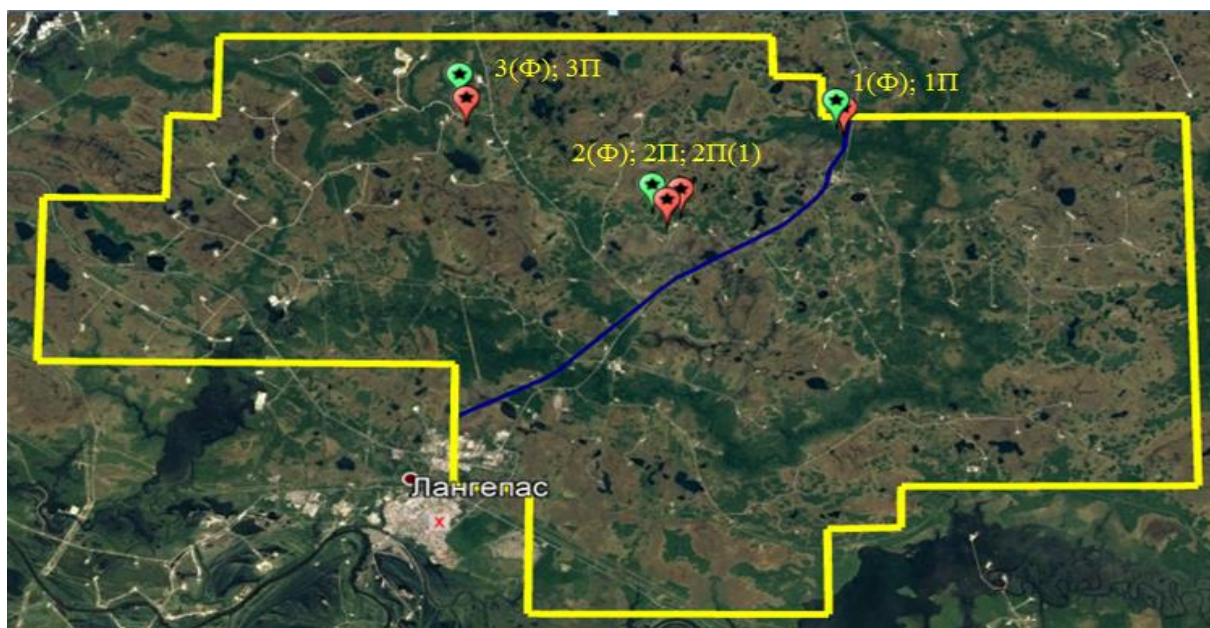
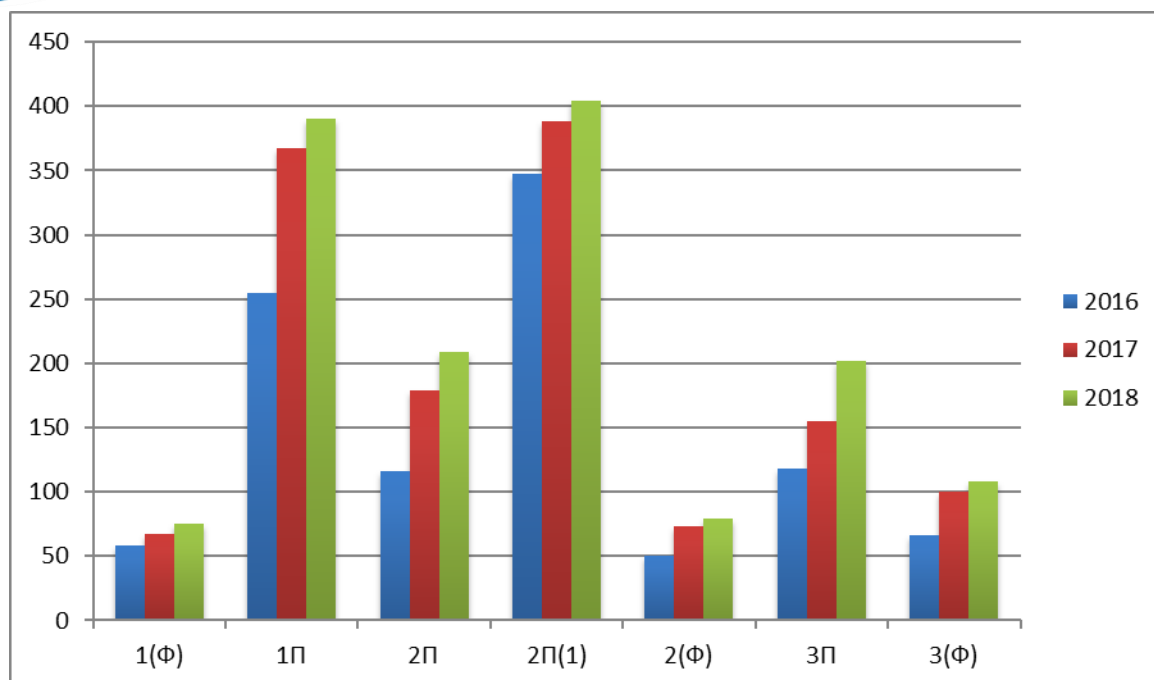


Рисунок 1. Точки отбора проб.

Выбор месторасположения отбора проб для мониторинга почвенного покрова определяется организацией, эксплуатирующей месторождение ТПП «Лангепаснефтегаз» в рамках производственного контроля. Точки отбора приурочены к крупным загрязняющим объектам:

- 1(Ф); 1П – точки вблизи федеральной автодороги и пересечении нефтяного трубопровода с рекой Урьевский Еган;
- 2(Ф); 2П; 2П(1) – точки в районе ДНС (дренажно-насосной станции) и факельной установки;
- 3(Ф); 3П – точки контроля полигона твердых бытовых и производственных отходов (рис. 2).



**Рисунок 2.** Концентрация загрязнения нефтепродуктами в пробах, мг/кг.

При оценке динамики загрязнения месторождения, можно исключить несколько позиций, так как на протяжении 3 лет, значения данных поллютантов находились ниже предела обнаружения аттестованных методик: нитраты, аммоний, медь, хром, цинк, никель и бенз(а)пирен.

- Хлориды - концентрации хлоридов в почве остаются стабильными на протяжении всего периода наблюдений, прослеживается достаточно большая разница между фоновыми и контрольными точками;
- Сульфаты – ПДК для сульфатов в почве не установлены, так же как и для хлоридов. Присутствует планомерный рост концентрации из года в год. Контрольная точка 3П имеет пятикратную разницу с фоном;
- Фосфаты - отбор проб и КХА показали тенденцию к небольшому накоплению фосфатов в почвах. Фоновые точки стабильно меньше контрольных, в точках 1П и 3П наблюдается превышение ПДК за каждый год наблюдений;
- Железо - сравнительный анализ результатов мониторинга показал, что концентрация железа остается примерно на одном и том же уровне. Нормативов на содержание железа в почвах не существует;
- Свинец - концентрации свинца в контрольных точках не сильно отличаются от фоновых, присутствует прогрессия в накоплении в почве с каждым годом, превышений ПДК (30мг/кг) не наблюдается;
- Марганец - в данном случае прослеживается увеличение концентраций марганца в пробах почв, однако же, значения примерно в 20 раз ниже, чем установленный норматив (1500 мг/кг).
- Нефтепродукты - наблюдается значительная разница концентрации нефтепродуктов в контрольных и фоновых точках, так же присутствует рост поллютантов с каждым годом. Оценка загрязнения нефтепродуктами осуществляется в соответствии с письмом Минприроды РФ № 04-25 от 27.12.1993, путем сопоставления уровня содержания этих веществ с допустимыми концентрациями; в связи с отсутствием ПДК нефтепродуктов для почвы, уровень загрязнения нефтепродуктами менее или равный 1000 мг/кг соответствует коэффициенту загрязнения  $K_{загр}=0$ , т.е. 1-му (допустимому) уровню загрязнения.





- По результатам биотестирования на цериодафниях почвы не токсичны.

По итогам работы можно резюмировать о стабильном росте либо стагнации всех компонентов в отобранных пробах, а так же сделать вывод на основе того, что фоновые точки отбора всегда находятся ниже по показателям, нежели контрольные, соответственно, присутствует антропогенная нагрузка на почвенный покров, обусловленная эксплуатацией месторождения, а так же высокой сорбционной емкостью накопления токсичных техногенных элементов болотно-торфяных почв.

### **Литература**

- 1.ГН 2.1.7.2041-06 «Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»
- 2.Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Издательство Московского университета, 1998 – 369 с.
- 3.Куликов О.В. Техногенные загрязнения нефтепродуктами почв и водных объектов// Бурение и нефть, 2002, №12. – С. 24 – 27.



## АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ В ВОЗДУХЕ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ.

*Кузовкин В.В. (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», vladimir.kuzovkin@bk.ru),  
Громов С.А. (ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»)*

**Аннотация.** Был проанализирован массив расчетных данных, представленных на сайте ЕМЕП с 2000 по 2017 годы. Было показано, что в Европейской части РФ существует достоверный умеренный (30-80% относительная скорость) тренд на уменьшение содержания оксидов серы в атмосфере и выпадений на подстилающей поверхности. На остальной территории не обнаружен достоверный тренд. Исключения составляют локальные области на Урале, на юге Сибири, в устье реки Обь и в Норильске, где обнаружен умеренный восходящий тренд содержания диоксида серы в воздухе и сухих выпадений серы на поверхность. Это, с одной стороны, свидетельствует о модернизации производства и переходов с угля на газ, как более экологичное топливо. с другой о росте промышленности РФ за исследуемые годы.

**Ключевые слова:** квантиль распределения Стьюдента, ЕМЕП МСЦ-3, коэффициенты линейной регрессии

**Текст доклада:** Концепция любого мониторинга базируется на следующем высказывании Ю.А. Израэля – "мониторинг – наблюдение, оценка, прогноз" [1]. Проанализировав временной тренд изучаемого показателя в предыдущие годы, можно оценить значение в последующие, т.е. сделать прогноз. Проблема заключается в том, что насыщенность пунктами мониторинга химического загрязнения территории РФ явно недостаточна. Так, сеть химических осадков ГГО содержит порядка 230 пунктов наблюдений в крупных городах, сеть фоновый мониторинга (ФМС) [2] содержит 7 станций по всей территории РФ. Наиболее крупная сеть – сеть мониторинга химического состава снежного покрова (сеть ХССП) – имеет в своем активе порядка 530 станций [3]. Но сеть ХССП оценивает лишь интегральную составляющую всех выпадений на подстилающую поверхность и не учитывает летнюю составляющую выпадений химических веществ. При этом, радиус корреляции для интенсивности выпадения сульфатов составляет для разных регионов 100-300 км [4].

Таким образом, даже пунктов наблюдения самой многочисленной сети ХССП недостаточно для оценки и прогнозирования.

Одним из решений проблемы нехватки пунктов наблюдений на территории РФ является использование результатов моделирования. Для этой цели были использованы данные модели ЕМЕП МСЦ-3. Данная модель использует в своих расчетах метеорологический синтезирующий центр-Запад европейской программы мониторинга и оценки дальних переносов атмосферных загрязняющих веществ в Европе (ЕМЕП). Несомненный плюс модели ЕМЕП МСЦ-3 – апробация данных как на локальных масштабах (с шириной сетки 5 км), так и на глобальных (земной шар). Модель позволяет рассчитывать концентрацию газов и аэрозолей в воздухе, а также сухих и влажных выпадений на землю.

Модель ЕМЕП МСЦ-3 учитывает метеорологические условия (скорость ветра на 20 уровнях, потенциальная температура, осадки, приземное давление, температуру морской воды, высоту снежного покрова и ряд других). Кроме того, модель ЕМЕП МСЦ-3 учитывает эмиссии диоксида серы и азота как антропогенной (в промышленности, а также при использовании дорог, аэропортов, землепользовании), так и природной



составляющей (вулканы и океаны). Помимо этого, в модели ЕМЕП МСЦ-3 предусмотрен блок, учитывающий конвекцию газов, сухое осаждение газов, облачное и подоблачное выпадение, химические превращения и т. д. [5].

Как было уже сказано выше, проанализировав временной тренд изучаемого показателя, можно сделать вывод о тенденции к изменению, а также построить необходимый прогноз. Целью данной работы является оценка изменения содержания соединений серы и азота за период 2000 – 2017 годы в атмосфере и выпадений на подстилающую поверхность.

Для анализа изменения химических компонентов, содержащих серу и азот, были взяты ежегодные данные по содержанию газов ( $SO_2$ ) и аэрозолей ( $SO_4$ ) в воздухе, а также сухих и влажных выпадений окисленной серы (в виде сульфатов) на подстилающую поверхность. Эти данные содержатся в виде файлов формата NETCDF. Данные разбиты на градусную сетку  $0,1^\circ$  на  $0,1^\circ$ , имеют границы по широте от  $30^\circ$  С.Ш. до  $82^\circ$  С.Ш. и по долготе от  $30^\circ$  З.Д. до  $90^\circ$  В.Д. Эти данные находятся на официальном сайте ЕМЕП Метеорологического центра Запад [6].

За начало расчетов был взят 2000 год. Для анализа были отобраны данные в ячейках регулярной сетки с 2000 года по 2017 год. Карта схема зоны анализа приведена на рис.1.

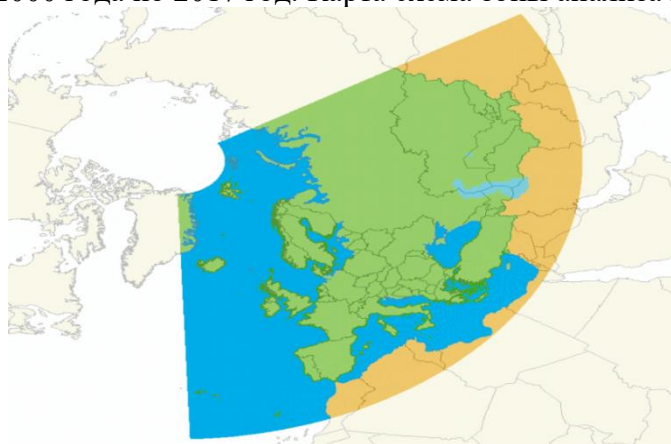


Рис.1. Зона расчетов модели ЕМЕП МСЦ-3

Для оценки тренда изучаемого параметра необходимы качественные и количественные оценки.

Самым простым способом является аппроксимация значений исследуемого параметра (концентрации газов/аэрозолей в воздухе либо выпадений на поверхность)  $y_i$  данных линейной регрессий  $t_i$ :

$$y_i = kt_i + b + e_i$$

Где  $\hat{k}$  и  $\hat{b}$  оценка коэффициентов линейной регрессии,

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^N y_i t_i - \sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N t_i}{N \sum_{i=1}^N t_i^2 - (\sum_{i=1}^N t_i)^2}$$
$$\hat{b} = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N y_i - \hat{k} \sum_{i=1}^N t_i \right)$$

а  $e_i$  – отклонение от линейной модели.

Оценка коэффициентов производится с помощью метода наименьших квадратов и характеризуют скорость изменения изучаемого параметра и приведенное начальное значение линии тренда.

Коэффициент регрессии является не фиксированной, а интервальной величиной, т.е. имеет свою погрешность  $\Delta k$ , которая оценивается по формуле (расчет погрешности коэффициента линейной регрессии  $k$  проводится в предположении о нормально распределении остатков  $e_i$ ):



$$\Delta k = t_{\alpha, N-2} \sigma$$

Где  $t_{\alpha, N-2}$  – квантиль распределения Стьюдента с уровнем доверительного интервала с вероятностью  $\alpha$  и  $N-2$  степенями свободы, а  $\sigma$  – стандартная ошибка коэффициента, оцениваемая по формуле.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - (kt_i + b))^2}{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2 (N - 2)}$$

Напомним, что квантилем распределения Стьюдента  $F_N$  с  $N$  степенью свободы называется следующая величина  $F_N(t_{\alpha, N}) = 1 - \alpha$ .

Таким образом, можно написать, что коэффициент линейной регрессии будет иметь следующий вид:

$$k = \hat{k} \pm \Delta k = \hat{k} \pm t_{\alpha, N-2} \sigma$$

О наличии временного тренда будет говорить тот факт, что коэффициент линейной регрессии с учетом погрешности будет иметь знак либо строго больше 0 ( $k > 0$ ), либо строго меньше 0 ( $k < 0$ ).

Таким образом, приравняв к нулю данное выражение, можно найти, что

$$\hat{k} = \pm t_{\alpha, N-2} \sigma$$

И таким образом получаем

$$t_{\alpha, N-2} = \frac{\hat{k}}{\sigma}$$

Т.е. найдя уровень достоверности  $1 - \alpha$  через формулу

$$F_{N-2}(t_{\alpha, N-2}) = F_{N-2}\left(\frac{\hat{k}}{\sigma}\right)$$

Мы можем оценить, с какой долей вероятности в том или ином районе будет наблюдаться тенденция к изменению параметра  $y$ . Например, если  $1 - \alpha = 0,99$  это означает, что в данной точке вероятность изменения в сторону увеличения параметра  $y$  равна 99%.

Вторым критерием оценки изменения служит коэффициент  $k$ .

Третий – отношение коэффициента  $k/V$  может служить критерием относительной скорости изменения.

Таким образом, методика оценки изменения служат три величины.

- 1) Сначала следует оценить достоверность тренда (является ли он с вероятностью 99% строго положительной или наоборот строго отрицательно величиной).
- 2) Если в наблюдаемом районе достоверность тренда больше 99%, смотрим направление тренда, его абсолютную и относительную величины.

В ходе работы был проанализирован массив расчетных данных ЕМЕП МСЦ-3 за 2000 – 2017 гг. На большей части европейской территории РФ был выявлен достоверный и умеренный тренд на уменьшение содержания диоксида серы и аэрозолей в атмосфере, а также сухих и влажных выпадений серы на подстилающую поверхность (относительная скорость уменьшения за 18 лет составляет 30-80%). Кроме того, на большей части территории восточнее Урала не было выявлено достоверного тренда для всех видов вышеуказанных параметров. Исключения составляют локальные области на Урале, на юге Сибири, в устье реки Обь и в Норильске, где обнаружен умеренный восходящий тренд содержания диоксида серы в воздухе и сухих выпадений серы на поверхность.

Причины снижения выбросов в европейской части на взгляд автора – снижение выбросов диоксида серы в европейской части РФ в связи с переходом с угля на газ. Причины роста выбросов на остальных территориях на взгляд автора – рост промышленности РФ в 2000-2017 годы (рост индекса промышленного производства примерно на 64%) при отсутствии должной скорости модернизации производства. Отсутствие роста влажных выпадений



окисленной серы в Сибири свидетельствует об уменьшении количества осадков в этом регионе[7].

### Литература

1. Израель Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1979, — 376 с
2. С.А. Громов, С.Г. Парамонов Современное состояние и перспективы развития комплексного фоновый мониторинга загрязнения природной среды «Журнал Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем», 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа : [http://downloads.igce.ru/journals/PEMME/PEMME\\_2015/PEMME\\_2015\\_1/PEMME\\_1\\_2015\\_Gromov\\_S\\_A\\_Paramonov\\_S\\_G.pdf](http://downloads.igce.ru/journals/PEMME/PEMME_2015/PEMME_2015_1/PEMME_1_2015_Gromov_S_A_Paramonov_S_G.pdf)
3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2013 г. — М.: Росгидромет, 2014
4. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова // Л.: Гидрометеиздат, 1985, 180 с.
5. D. Simpson et al. The EMEP MSC-W chemical transport model – technical description Atmos. Chem. Phys., 12, 7825–7865, 2012
6. Old EMEP MSC-W calculated SR country tables and data [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.emep.int/mscw/mscw\\_srdata.html](http://www.emep.int/mscw/mscw_srdata.html) (14.03.2019)
7. Д 63 Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – Москва, 2017. – 70 стр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.meteor.ru/upload/pdf\\_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf](http://www.meteor.ru/upload/pdf_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf)





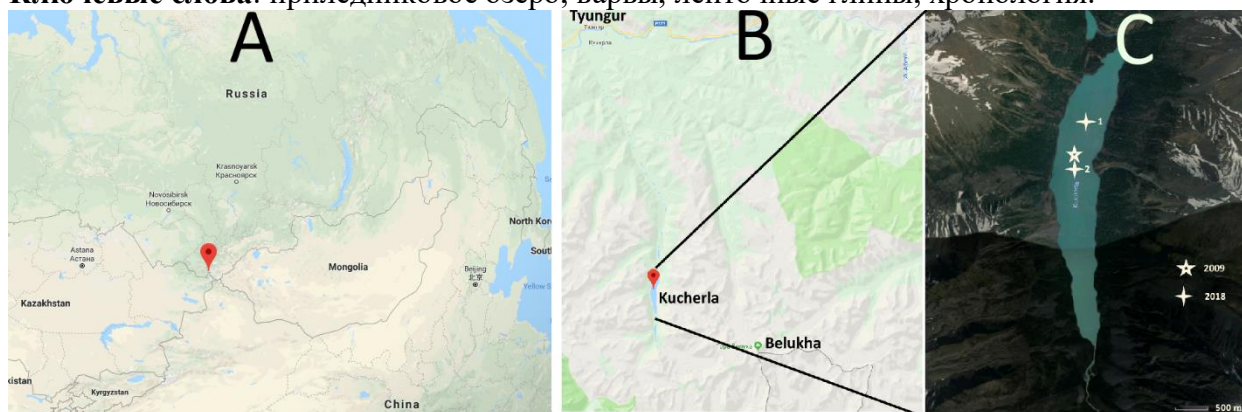
## ВАРВОХРОНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКОВ ПРИЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА КУЧЕРЛИНСКОЕ (АЛТАЙ).

*Новиков В.С.\* (Институт геологии и минералогии им. В.Н. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: snovikov50@icloud.com), Дарьин А.В. (Институт геологии и минералогии им. В.Н. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: avd@ihm.nsc.ru), Chu Guoqiang (Institute of Geology and Geophysics CAS, China).*

### Аннотация

Ежегодно ламинированные осадочные последовательности рассматриваются мировым палеоклиматическим сообществом как один из важнейших палеоархивов [1], поскольку в этом случае исследователи получают возможность точной временной привязки всех характеристик осадка. Примером таких осадков служат варвы озера Кучерлинское, расположенного у подножия северного склона Катунского хребта на высоте 1790 метров. Озеро находится в труднодоступной местности (рис.1) и подвержено минимальному антропогенному воздействию, что делает его перспективным объектом для палеоклиматических исследований.

**Ключевые слова:** приледниковое озеро, варвы, ленточные глины, хронология.



**Рисунок 1.** А, В - Локализация озера, С - места отбора кернов.

Термин “варвы” обозначает “ленточные глины”, отложения приледниковых озер, состоящие из чередующихся слоев тонкозернистого песка и глины – продуктов осаждения ледниковой мути. Их основной особенностью и, в некоторой степени, уникальностью, является сезонная слоистость, путём подсчета которой можно определить продолжительность времени образования толщ глин.

Варвные хронологии построены на идентификации и подсчете годовых слоев. Эти годовые единицы обычно содержат два или более слоев, которые различаются по составу и структуре. Они могут представлять определенные сезоны или даже короткие седиментационные события.

Основное количество вещества поступает при таянии ледников, а слоистость в осадке обусловлена неравномерным осаждением терригенного материала. Более крупные – алевритовые - частицы осаждаются летом, мелкие – глинистые - частицы попадают в осадок зимой. Таким образом происходит формирование отдельных годовых слоев, состоящих из пары слоев алеврит-глина. Керн варвных отложений выглядят как набор ритмично повторяющихся слоев разного цвета. Детальный подсчет годовых слоев позволяет создать точную возрастную модель (глубина керна – возраст слоя осадка) и оценить динамику изменения толщины слоев (скорость осадконакопления).

Керны осадков озера Кучерлинское были получены в марте 2018г (рис.1, С). В лабораторных условиях керн был вскрыт вдоль оси отбора, из которого были изготовлены твердые препараты (шлифы), подготовленные по методике, описанной в [2].



Фотографии оптических шлифов были сделаны в отраженном свете (оптический сканер) и в проходящем свете в оптическом микроскопе с 2,5-кратным увеличением. Подсчет проводился по визуально выделяемым парам – светлый-темный слой (рис.2).

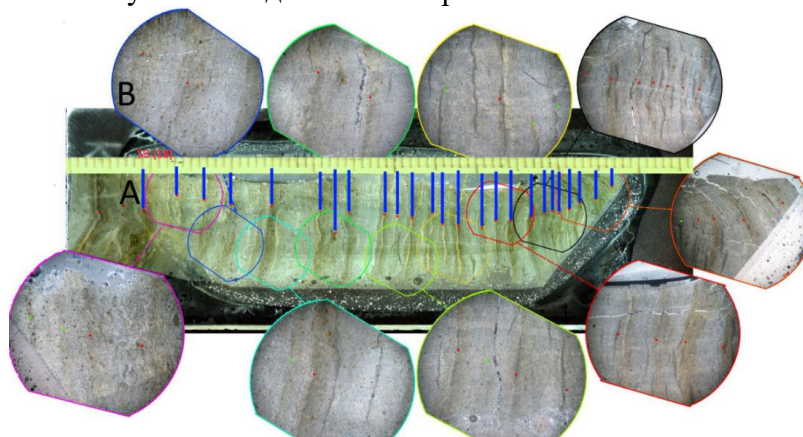


Рисунок 2. А – фото шлифа в отраженном свете, В – фото участков шлифа в проходящем свете с 2,5 кратным увеличением.

Распределение активности изотопов Cs-137 и Pb-210 для верхнего интервала 0-200 мм сделаны в Институте геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск) с использованием гамма-спектрометрии по методике [3]. Результаты представлены на рис. 3.

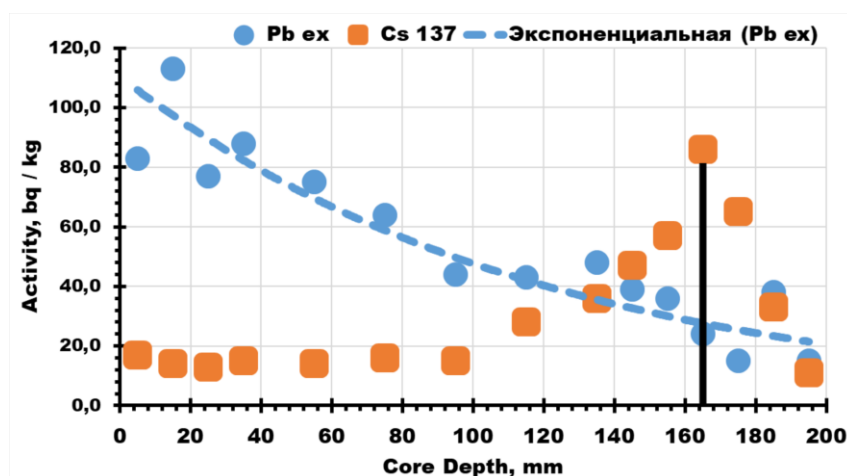


Рисунок 3. Графики изменения активности изотопов Cs-137 и Pb-210.

Полученные изотопные данные позволяют оценить положение максимальной активности Cs-137 в 160-170 мм от границы вода-осадок. Это соответствует времени глобальных выпадения после испытаний 1961-62 гг. [4]. На рис. 4 представлены варианты подсчета слоев, сделанные двумя способами, и положение временного интервала 1961-63 гг., по данным распределения активности Cs-137.

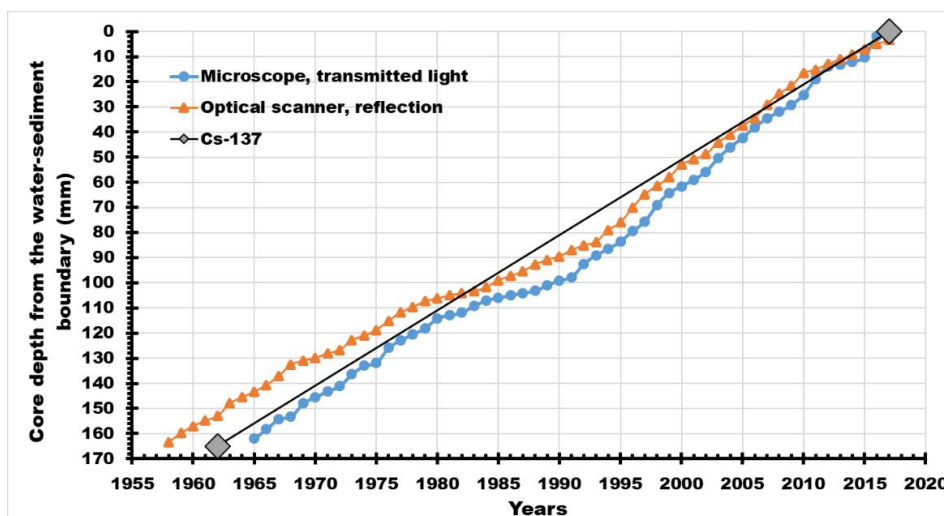


Рисунок 4. Возрастная модель для верхней части (0-170 мм) ядра Kich-2, по данным варвохронологии и изотопным анализам.

Общее совпадение двух кривых и слоя Cs-137 подтверждает предположение о годовой природе выделяемых слоев. Максимальное расхождение в датировке слоя на глубине 165 мм составляет величину в 4 года, от 1957 г. до 1965 г. Оценка ошибки при подсчете слоев составляет величину  $\sim 7\%$ . При этом среднее значение датировки подсчетом слоев хорошо совпадает с изотопной датировкой.

### Литература

1. A. E. K. Ojala, P. Francus, B. Zolitschka, M. Besonen, S. F. Lamoureux, Characteristics of sedimentary varve chronologies – A review, *Quaternary Science Reviews*, Volume 43, 2012, pp 45-60.
2. A. Dar'in, I. Kalugin, Ya. Rakshun, Scanning x-ray microanalysis of bottom sediments using synchrotron radiation from the BINP VEPP-3 storage ring, *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 2013, Volume 77, № 2. pp 182-184.
3. V. Bobrov, I. Kalugin, J. Klerks, A. Stepin, Modern accumulation rate in the Lake Teletskoe based on gamma-spectrometry ( $^{137}\text{Cs}$ ), *Geol. Geofiz.* 1999, Volume 40, pp 530–536.
4. P. G. Appleby, The use of  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{137}\text{Cs}$  as tracers in modelling transport processes in lake catchment systems, *Studies in Environmental Science*, 68, 1997, pp 441-448.



## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ**

*Нурекенов И.С. (МГРИ-РГГРУ, nurekenov00@mail.ru)*

**Аннотация** в процессе освоения газовых месторождений наиболее активное воздействие на природную среду осуществляется в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (в первую очередь магистральных трубопроводов), в ближайших населенных пунктах (городах, поселках). При этом происходит нарушение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока, срезка микрорельефа. Такие нарушения, даже будучи временными, приводят к сдвигам в тепловом и влажном режимах грунтовой толщи и к существенному изменению ее общего состояния, что обуславливает активное, часто необратимое развитие экзогенных геологических процессов. Добыча нефти и газа приводит также к изменению глубоко залегающих горизонтов геологической среды.

**Ключевые слова:** газ, экология, добыча.

Особо следует уделить внимание возможным необратимым деформациям земной поверхности в результате извлечения из недр нефти, газа и подземных вод, поддерживающих пластовое давление. В мировой практике достаточно примеров, показывающих, сколь значительным может быть опускание земной поверхности в ходе длительной эксплуатации месторождений. Перемещения земной поверхности, вызываемые откачками из недр воды, нефти и газа, могут быть значительно большими, чем при тектонических движениях земной коры.

Неравномерно протекающее оседание земной поверхности часто приводит к разрушению водопроводов, кабелей, железных и шоссейных дорог, линий электропередач, мостов и других сооружений. Оседания могут вызывать оползневые явления и затопление пониженных участков территорий. В отдельных случаях, при наличии в недрах пустот, могут происходить внезапные глубокие оседания, которые по характеру протекания и вызываемому эффекту мало отличимы от землетрясений.

Предприятия по добыче и переработке газа загрязняют атмосферу углеводородами, главным образом в период разведки месторождений (при бурении скважин). Иногда эти предприятия, несмотря на то, что газ экологически чистое топливо, загрязняют открытые водоемы, а также почву.

Природный газ отдельных месторождений может содержать весьма токсичные вещества, что требует соответствующего учета при разведочных работах, эксплуатации скважин и линейных сооружений. Так, в частности, содержание сернистых соединений в газе нижней Волги настолько велико, что стоимость серы как товарного продукта, получаемого из газа, окупает затраты на его очистку. Это является примером очевидной экономической эффективности реализации природоохранной технологии.

На участках с нарушенным растительным покровом, в частности по трассам дорог, магистральных газопроводов и в населенных пунктах, увеличивается глубина протаивания грунта, образуются сосредоточенные временные потоки и развиваются эрозионные процессы. Они протекают очень активно, особенно в районах песчаных и супесчаных грунтов. Скорость роста оврагов в тундре и лесотундре в этих грунтах достигает 15-20 м в год. В результате их формирования страдают инженерные сооружения (нарушение устойчивости зданий, разрывы трубопроводов), необратимо меняется рельеф и весь ландшафтный облик территории.





Состояние грунтов не менее существенно изменяется и при усилении их промерзания. Развитие этого процесса сопровождается формированием пучинных форм рельефа. Скорость пучения при новообразовании многолетнемерзлых пород достигает 10-15 см в год. При этом возникают опасные деформации наземных сооружений, разрыв труб газопроводов, что нередко приводит к гибели растительного покрова на значительных площадях.

Загрязнение приземного слоя атмосферы при добыче нефти и газа происходит также во время аварий, в основном природным газом, продуктами испарения нефти, аммиаком, ацетоном, этиленом, а также продуктами сгорания. В отличие от средней полосы, загрязнение воздуха в районах Крайнего Севера при прочих равных условиях оказывает более сильное воздействие на природу вследствие ее пониженных регенерационных способностей.

В процессе освоения нефтегазоносных северных районов наносится ущерб и животному миру (в частности, диким и домашним оленям). В результате развития эрозионных и криогенных процессов, механического повреждения растительного покрова, а также загрязнения атмосферы, почв и т. п. Происходит сокращение пастбищных площадей.

Итак, нарушения окружающей среды, обусловленные изменением инженерно-геологической обстановки при добыче газа, возникают, по существу, везде и всегда. Избежать их полностью при современных методах освоения невозможно. Поэтому главная задача состоит в том, чтобы свести к минимуму нежелательные последствия, рационально используя природные условия.

### **Литература**

1. Разумовская И.В. Планирование процесса экологизации газодобывающей отрасли // Экономика и экология территориальных образований. 2017. №2. С.87-90.
2. Рынок Российского газа [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazprom.ru/about/marketing/russia/> (дата обращения: 15.10.2018)
3. Тарасов С.А., Бухтиярова Т.И. Основные направления и перспективы развития газовой промышленности России // Современная экономика и общество глазами молодых исследователей. Челябинск, 2018. С.156-160.
4. Саражинская Ю.Е. Перспективы развития газовой промышленности // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 2 (22). С. 306-310.





## ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ДЕЛЬТЫ ДЕЛЬ КАУТО (КУБА)

*Александро Оливерос Пестана*

*(ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени  
Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [alejoxvirgo@gmail.com](mailto:alejoxvirgo@gmail.com))*

*Хлебосолова О.А.(ФГБОУ ВО «Российский государственный  
геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ),  
[o.hlebosolova@mail.ru](mailto:o.hlebosolova@mail.ru))*

### **Аннотация**

Ландшафты охраняемой территории Дельта дель Кауто (Рамсар, Куба) ранее не были объектом специальных исследований. В статье рассматриваются перспективные направления их изучения, связанные с описанием современного разнообразия, систематизацией, картографированием, выявлением многолетней динамики и факторов, ее определяющих. Важным направлением исследований является ландшафтно-экологический анализ, направленный на изучение характера и степени антропогенной трансформации, разработку научно-обоснованных подходов к сохранению биологического разнообразия и управлению охраняемой территорией.

### **Ключевые слова**

Охраняемые районы Кубы, ландшафт, водно-болотные угодья Рамсар, ландшафтно-экологический анализ.

На территории Кубы в настоящее время созданы и функционируют 211 охраняемых районов с различным статусом, которые занимают около 22% территории страны. Большинство из них организованы с целью сохранения отдельных видов растений (41 управляемый флористический заповедник) и животных (45 зоологических заповедников), статус которых соответствует IV категории по классификации МСОП (рис.1).

Зоологический заповедник Дельта дель Кауто организован в пределах крупнейшей дельтовой системы Кубы и всего Карибского бассейна (рис. 2). Эта территория включена в перечень водно-болотных угодий Рамсар, поскольку она является местом обитания одной из самых многочисленных популяций водоплавающих птиц на Кубинском архипелаге. Кроме того, заповедник создан для охраны крупнейшей в мире популяции американского крокодила (*Crocodylus acutus*). Особое значение имеет также сохранение болот и мангровых зарослей.

Для сохранения биологического разнообразия Дельты дель Кауто и эффективного управления охраняемым районом необходимо подробное изучение его ландшафтной структуры, однако до сих пор здесь не проводились специальные ландшафтные исследования. Согласно имеющимся картографическим источникам, в частности, ландшафтной карты Кубы (масштаба 1:1 000 000), в пределах заповедника представлены 3 основных типа ландшафтов: равнины вулканогенных и метаморфических пород в средноморской зоне; псевдо-гидроморфным (полуболотным) равнинам среднегумидной зоны; гидроморфные (болотистые) равнины средноморской зоны.

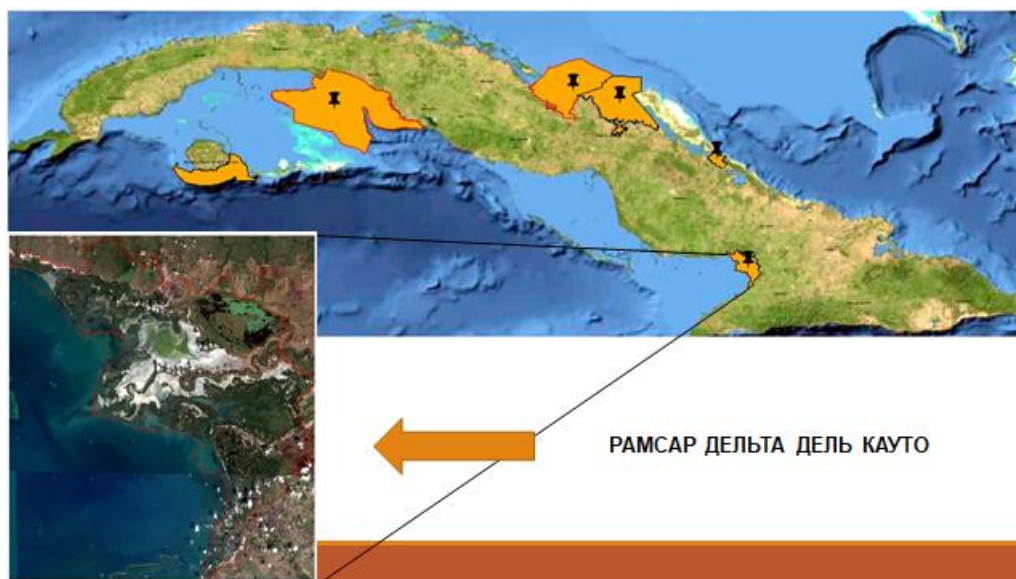
Вместе с тем, для решения исследовательских задач и эффективного управления охраняемым районом нужна карта масштаба 1:100 000, создание которой требует проведения специальных полевых исследований и последующего анализа их результатов. Отсутствие подробного описания ландшафтов охраняемого района Дельты дель Кауто, а также необходимость изучения их многолетней динамики и степени антропогенной трансформации определили цель и задачи нашего исследования. Оно связано с изучением



современного разнообразия и экологического состояния ландшафтов охраняемой территории Дельта дель Кауто как основы сохранения биологического разнообразия, оптимизации природопользования и эффективного управления территорией.

№ категории	Категории Международного Союза Охраны Природы (МСОП)	Категории Национальная Система Охраняемых районов Кубы (СНОП)	Итого
Ia, Ib	Особо Охраняемые Природные Резерваты (Заповедники)	Природный Заповедник (4)	4
II	Национальные Парки	Национальные Парки (14) Экологический Заповедник (32)	46
III	Природный Памятник	Рекомендуемый Природный Элемент (33)	33
IV	Управляемая Природная Территория, Управляемый Природный Заповедник, Участки Дикой Природы.	Управляемый Флористический Заповедник (41) Зоологический Заповедник (45)	86
V	Охраняемые ландшафты, морские акватории	Охраняемый Природный Ландшафт (24)	24
VI	Охраняемые территории по использованию ресурсов	Охраняемая Территория Управляемых Ресурсов (18)	18

*Рисунок 1. Разнообразие охраняемых районов Кубы (в системе категорий МСОП и СНОП)*



*Рисунок 2. Местоположение зоологического заповедника Дельта дель Кауто*

В основу исследования положен ландшафтно-экологический анализ, единицей которого является ландшафт: он характеризуется уникальным геологическим строением, единым типом рельефа, общим климатом и одинаковым сочетанием гидротермальных, эдафологических и биоценотических условий. Согласно Х.М. Матео, для проведения такого анализа необходимо изучить структуру, функционирование, динамику, эволюцию, модификацию ландшафтов, их трансформацию под влиянием деятельности человека с использованием синтетических индексов, таких как стабильность и чувствительность [6]. По мнению И.И. Мамай, именно естественную интегральную устойчивость следует рассматривать как интегральный показатель, характеризующий, с одной стороны,



способность ландшафта вернуться в исходное состояние при нормальных условиях напряженности, с другой – его способность к саморегуляции [5]. Чувствительность (или уязвимость) ландшафта, в свою очередь, является основополагающим инструментом экологического планирования [1, 3,4, 6].

Перечисленные методологические подходы определили содержание ландшафтных исследований на территории зоологического заповедника Дельта дель Кауто. Они, в частности, предусматривают изучение ландшафтной структуры заповедника, составление ландшафтной карты масштаба 1:100 000, изучение динамических трендов по имеющимся материалам аэрофотосъемки и космическим снимкам за 1956, 1975, 1990, 2005, 2015 гг., анализ их причинной обусловленности. Результаты оценки стабильности и чувствительности ландшафтов, характера и степени их антропогенной трансформации позволят разработать научно-обоснованные подходы к сохранению биологического разнообразия и управлению охраняемой территорией.

### Литература

1. Густафсон, Э. Д (1998). Количественная оценка пространственной структуры ландшафта: Что такое современное состояние? // Экосистемы, Vol.1, С. 143-156.
2. Дадли, Н. Руководство по применению категорий управления охраняемыми районами [Электронный ресурс] // 2008, URL: <https://www.iucn.org/es/content/> Руководство по применению категорий управления охраняемыми районами (дата обращения:10.02.2020).
3. Диаз, С. Ландшафтный анализ парка Альмендарес, Гавана. Магистерская диссертация, Гаванский университет, 1997, 99 с.
4. Квинтела, Дж. Инвентаризация, анализ и геоэкологическая диагностика ландшафтов с использованием географических информационных систем. Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. Гавана, 1996, 204 с.
5. Мамай, И.И. Стабильность природных территориальных комплексов // Журнал МГУ, 1993, серия География, Vol. 4, С. 3-10.
6. Матео, Х.М. Экологическое планирование // Степень магистра по географии, территориальному планированию и окружающей среде, Гавана. 2002.
7. Авторский коллектив. Новый Национальный Атлас Кубы. Кубинская академия наук, Гавана (1989).



## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СОЗДАНИЯ МУСОРСОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ Г. СЕРГИЕВ-ПОСАД

*Пигарева Е.О. (pigareva97@list.ru),*

*Абрамова Е.А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), lpovadina@mail.ru)*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается экологическое значение сооружения мусоросортировочного комплекса в районе г. Сергиев-Посад и предпосылки его создания. Учитывая соблюдение природоохранных мер, в проекте рассматривается возможность химического загрязнения подземных вод. Несмотря на локальное негативное воздействие на окружающую среду, объект имеет важное экологическое значение, поскольку позволит начать переработку мусора и его вторичное использование, то есть переход на более устойчивую экологическую модель.

**Ключевые слова:** сортировка мусора, полигон захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО), экологическая значимость, переработка, экологические последствия.

В Московской области разработана и с 2014 года реализуется государственная программа «Экология и окружающая среда Подмосковья» [4]. Целью программы является обеспечение конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду за счет стабилизации экологической обстановки в Московской области и ее улучшения на территориях с высокими уровнями загрязнения воздуха, водных объектов и от размещения отходов производства и потребления, повышение эффективности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов. Одна из шести глав документа посвящена Региональной программе обращения с отходами. Согласно Постановлению Правительства МО об утверждении данной программы на 2017-2026 годы на территории Московской области ежегодно захоронению подлежит порядка 11,1 млн. тонн твердых бытовых отходов (ТКО), что составляет 20% от всех образующихся отходов ТКО в России. По прогнозам, остаточная вместимость отходов действующих полигонов на территории Московской области будет исчерпана в ближайшие время.

Создание, формирование на перспективу отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов является актуальной задачей развития отечественной экономики на современном этапе, которая регламентируется основополагающими законодательными и иными правовыми актами Российской Федерации. Представленный материал на основе исследования является анализ экологической значимости сооружения и эксплуатации мусоросортировочного комплекса и полигона ТКО в районе г. Сергиев-Посад.

На территории Московской области планируется к открытию 11 мусоросортировочных комплексов.

Один из планируемых к открытию объектов будет расположен в районе г. Сергиев-Посад. В проектной документации МСК в районе г. Сергиев Посад принята полуавтоматическая схема переработки ТКО, когда сортировка мусора частично проходит в ручном режиме [3]. Такая схема позволяет извлечь из потока до 15% вторичного сырья. На переработку и захоронение в Сергиев-Посад будут отправляться как местные отходы, так и из Москвы. Проектирование объекта вызвало возмущение местных жителей, чьи дома расположены неподалеку. Деревня Сахарово расположена на расстоянии 2,38 км, а д. Аким-Анна – 3,42 км от проектируемого МПК и полигона ТКО





(рис.1) Беспокойство граждан вызывают опасения негативных экологических последствий – запаха, загрязнение водных объектов.

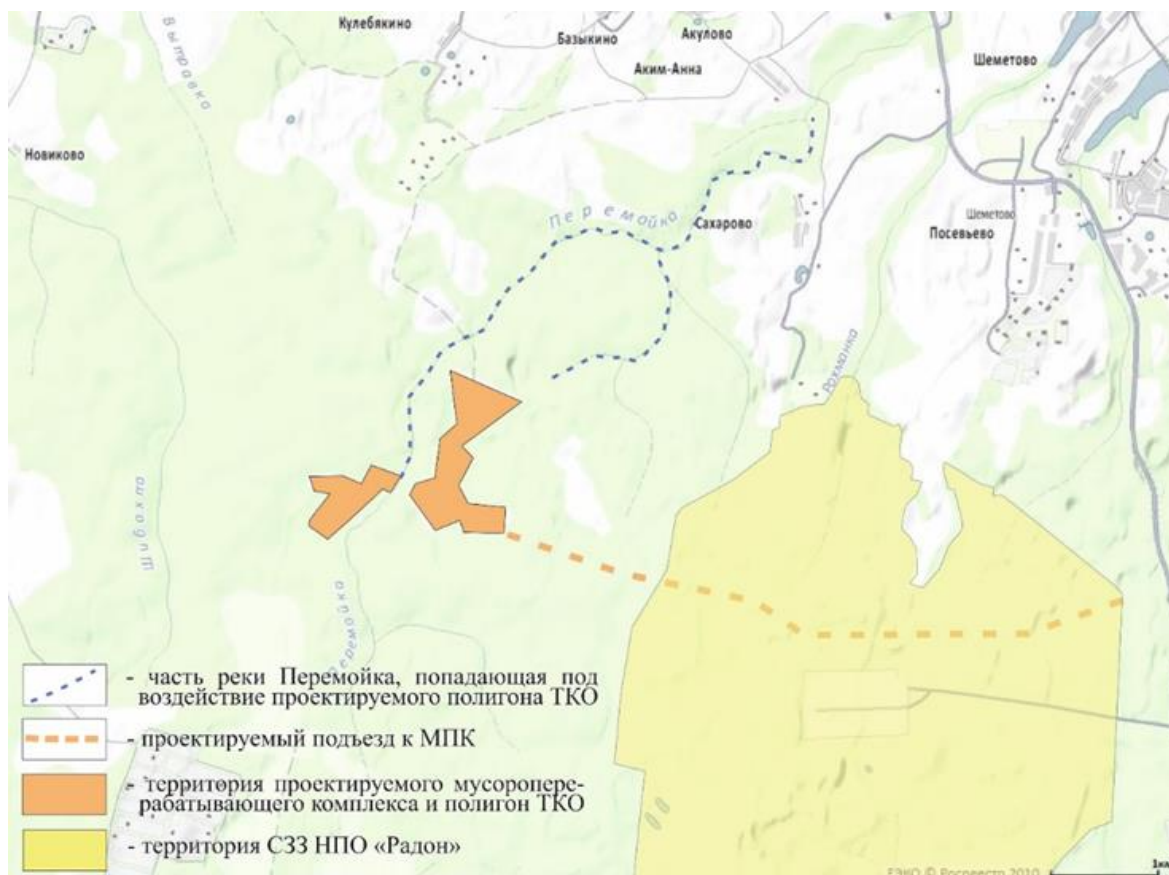


Рисунок 1 - Схема размещения Комплекса сортировки отходов и полигона ТКО [3]

Для снижения воздействия на почвы, гидросферу и атмосферный воздух проектом предприятия предусматривается целый комплекс природоохранных мероприятий:

- снятие плодородного слоя почв и его использование для восстановления микрорельефа и выравнивания территории в зеленых зонах;
- выполнение фундаментов основных технологических зданий и емкостей монолитной плитой с двухслойным гидроизоляционным покрытием с абсолютной водонепроницаемостью;
- система оборотного водоснабжения с комплексной установкой очистки «FloTenk-OP-OM-SB»;
- дренажная сеть, сборные коллекторы и регулирующие пруды для сбора фильтрата.

Тем не менее в ходе строительства сооружений проектируемого объекта потенциально прогнозируется загрязнение подземных вод, в первую очередь – химическое (по веществам - индикаторам техногенной нагрузки – хлорид-ионам, соединениям азота, и т. п.), нефтяное, бактериальное [3]. Основными источниками загрязнения грунтовых вод будут являться утечки: от строительной техники; от мест заправки техники; от участков хранения горюче-смазочного материала (ГСМ); от пунктов временного сбора и хранения отходов. По предварительным исследованиям создание мусоросортировочного комплекса (МСК) и полигона ТКО нанесет локальный ущерб окружающей среде в районе г. Сергиев Посад, однако намного больший вред приносят полигоны ТКО, где захоронен мусор, не прошедший сортировку.

При осуществлении обработки твердых коммунальных отходов необходимо обеспечить извлечение отходов I и II классов опасности с целью исключения их





попадания на объекты захоронения твердых коммунальных отходов [1]. В настоящее время отдельный сбор обеспечен далеко не везде, отдельный вывоз отходов не обеспечивается, поэтому такие отходы попадают в общий сбор. Пока что договоры на отдельный сбор и вывоз отходов полиэтиленотерефталат (ПЭТ) и картона производятся в единицах из районов Москвы – в Раменках, Коньково, мкр. Сходня. При выборе технологий обработки твердых коммунальных отходов приоритетными являются технологии автоматизированной сортировки твердых коммунальных отходов [2]. Однако, для обеспечения эксплуатации оборудования в автоматическом режиме, мусор должен быть заранее собран и вывезен отдельно, скорее всего поэтому на будущем объекте в Сергиево-Посадском районе будет использоваться полуавтоматическая система с частичным ручным разделением.

Для сохранения благоприятной окружающей среды в нашей стране, необходимо повышать процент перерабатываемого мусора. На законодательном уровне необходимо ужесточить нормы размещения полигонов ТКО, ввести конкурс для организаций, которым передается строительство и эксплуатация объекта, ввести список требований к этим организациям, например, наличие успешно-выполненных проектов в области сортировки, переработки и хранения ТКО. Когда будет осуществлен запуск в эксплуатацию новых объектов по сортировке и переработке отходов, необходимо законодательно закрепить их отдельный вывоз. Уже сейчас люди начинают делать попытки отдельного сбора отходов, но их энтузиазм гаснет, когда они видят их перемешивание при вывозе. Культура отдельного сбора бытового мусора будет развиваться по мере обеспечения этой возможности и ее несомненной пользы для облегчения сортировки.

### *Литература*

1. Оценка воздействия на окружающую среду Книга 1 «Пояснительная записка» 06-02-0013-18-ОВОС1.1 Том 1.1. / Общество с ограниченной ответственностью «Институт Проектирования, Экологии и Гигиены» Заказчик - ООО «Сергиево-Посадский МПК», 2018
2. Постановление Правительства Московской области от 25 октября 2016 «Об утверждении государственной программы Московской области «Экология и окружающая среда Подмосковья» на 2017-2026 годы»
3. Постановление правительства РФ от 12.11.2016 г. № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25.06.2008 г. № 641 (с изменениями на 15 декабря 2018 года)»
4. СП-320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация»



## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЗОНЫ В ПРЕДЕЛАХ ПАРКОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОРКУТЫ**

*Попов А.Г. (МГРИ-РГГРУ, alexkarasu@mail.ru),  
Хлебосолова О.А.*

### **Аннотация**

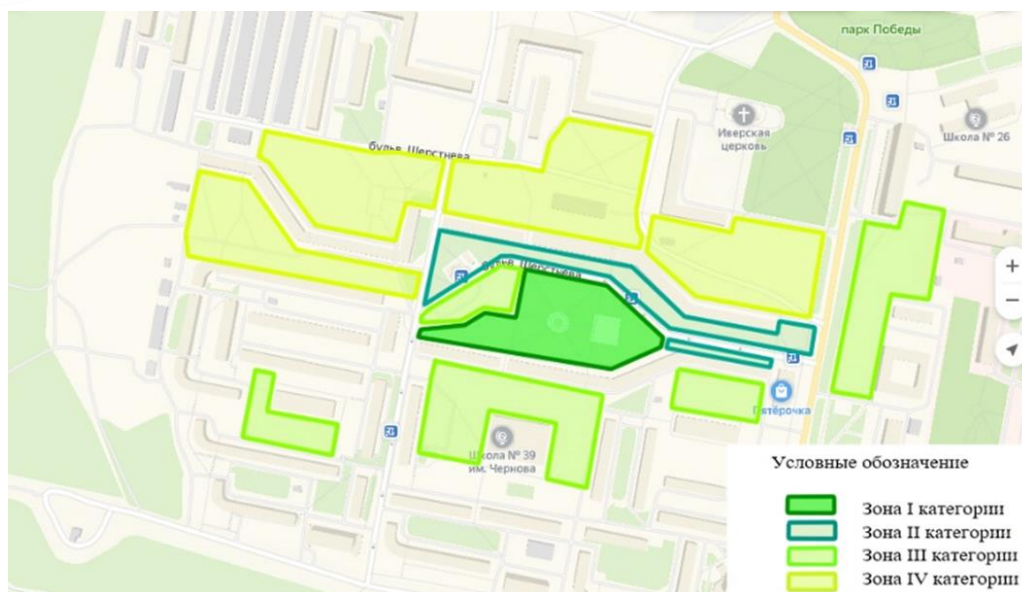
В работе приведено описание физико-географических и геоэкологических условий территории города Воркута. Составлен план создания эколого-образовательной зоны в пределах города – на территории микрорайона Тиман, которая в перспективе может стать основой создания эколого-образовательного каркаса города с включением в него школьных и дошкольных учреждений, парковых территорий, жилых районов. Спроектированная нами тематическая эколого-образовательная зона посвящена экосистемам севера Европейской части России – тундровым, водно-болотным и луговым, лесным.

### **Ключевые слова**

Эколого-образовательная зона, город Воркута, биоценоз, экологическое просвещение

Город Воркута расположен на севере Европейской части России в пределах тундровых, лесотундровых, а южнее лесных экосистем. В некоторых микрорайонах, где создание парков не доведено до логического завершения, естественные экосистемы имеют очаговое распространения. Кроме представителей местной флоры в парках встречаются интродуцированные виды, что значительно повышает учебно-познавательную значимость организации здесь экологических троп и других объектов, которые можно было бы использовать в эколого-образовательных и рекреационных целях. Целью данной работы стало проектирование эколого-образовательной зоны в пределах парковой территории бульвара Шерстнева города Воркуты.

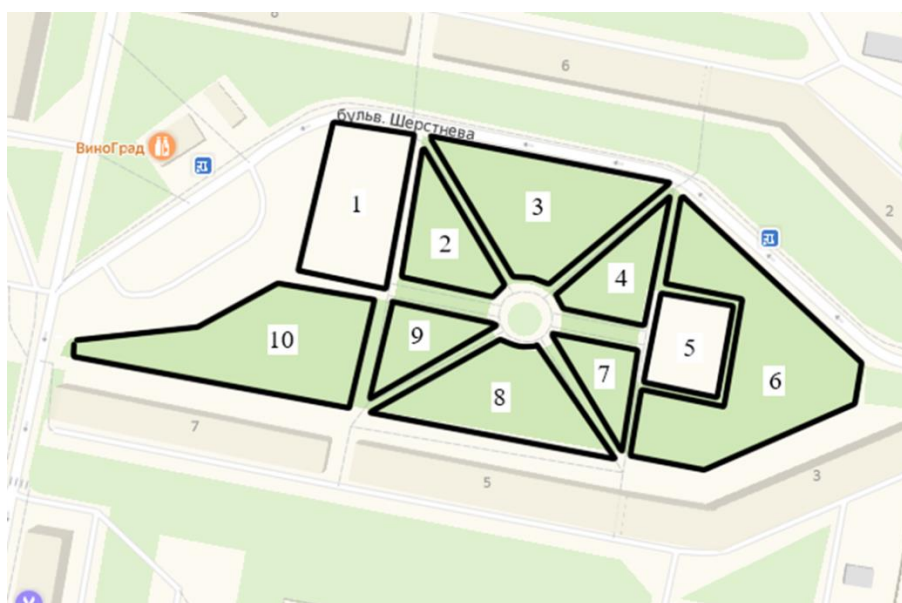
В качестве модельной территории был выбран сквер на бульваре Шерстнева, находящийся в микрорайоне Тиман. Весь микрорайон планировался как культурный и рекреационный центр города с максимальным количеством зеленых насаждений, однако не все из задуманного было реализовано на практике. Условно данная территория была разделена нами на четыре части, отличающиеся по составу и состоянию зеленых насаждений и другим особенностям (рис.1).



**Рисунок 1.** Зонирование микрорайона Тиман

Кратко остановимся на характеристике всех четырех частей проектируемой зоны. I зона – озеленённая территория с деревьями, дерновым слоем и клумбами. II зона – озелененная территория с дерновым слоем и кустарниками. III зона – это территории при школах и детских садах. IV зона – пустыри, которые практически не озеленены и никак не используются.

В дальнейшем, основная работа была сосредоточена на первой части (зона первой категории). Основать эколого-образовательную зону удобнее и практичнее именно здесь, так как имеется пригодная среда для дальнейших работ. Затраты на облагораживания и проведения удобств в виде тротуаров, тропинок и проведения света будут минимальны. Так как основной образовательной деятельностью данной территории было выбрано изучение биоценозов тундры и пригородных территорий, то сквер также нуждается в зонировании. Благодаря изначально удобной планировке сквера, мы имеем 8 озелененных территорий, аллею, заасфальтированную территорию, на которой находится детская площадка и один пустырь (Рис. 2)



**Рисунок 2.** План-схема эколого-образовательной зоны



В итоге I зону мы разделили на 10 зон, из которых 8 озелененных территорий, аллею, заасфальтированную территорию и один пустырь. Зоны 1, 6 и 10 стали основными. 1 зона показывает экосистемы луга, 6 – дендропарк, 10 – тундровые. Соответственно 2, 3, 4 зоны – переходные от естественных экосистем к дендропарку, 7, 8, 9 – зоны перехода от парка к экосистемам равнинной тундры. Детскую площадку под номером 5 предложено оставить со своей изначальной целью. В основных зонах создаются максимальные условия для воссоздания экосистем с изменением почвенных условий, дернового слоя и заселением местных растений. В переходных зонах придерживаемся соотношения – 25%, 50% и 75%.

При удачном исполнении, в дальнейшей разработке можно расширить границы эколого-образовательной зоны, добавляя новые территории для изучения, новые переходные зоны, биостанции, локальные эколого-образовательные участки на пришкольных территориях, геологические и культурно-исторические музеи под открытым небом.

### Литература

1. Воркута (река в Архангельской обл.) // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
2. Жеребцов И.Л. Где ты живёшь: Населённые пункты Республики Коми. — Сыктывкар, 2000.
3. Историко-культурный атлас Республики Коми. — М: Дрофа, 1997.
4. История Коми АССР (с древнейших времен до наших дней). — Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1978.
5. Разенкова Д.Ф. Экологическая культура: социально-философские аспекты формирования: Дис. канд. филос. наук : 24.00.01. — М., 2001.
6. Республика Коми. Энциклопедия в 3-х томах. — Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1997, 1998, 1999. — Т. I, II, III.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / под ред. Н.М. Жила. — Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — 612 с.
8. Север / Е.К. Гринева, А.О. Кеммерих, Ю.А. Штюрмер и др.; Сост. Л.В. Руф. — М.: Физкультура и спорт, 1975. — 264, [48] с. — (Библиотека туриста).
9. Тундра // Большая российская энциклопедия. Том 32. — М., 2016. — С. 501.
10. Цинзерлинг Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада европейской части СССР. — Л., 1932
11. Чернов Г.А. По реке Усе. — М.: Физкультура и спорт, 1972. — 32 с. — (Библиотечка туриста-водника). — 10 000 экз.



## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ МОСКВА

*Кулагина А.С. \*, Сулова А.А. \*, Савушкина Е.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, kulaginaas1901@mail.ru)*

### **Аннотация**

Рассмотрена проблема утилизации твердых бытовых отходов в городе Москве. Указано, что в год каждый проживающий в Москве производит до 1000 кг отходов. В 2019 году вышел закон, утвердивший новый подход в системе обращения с отходами, в связи с чем Москва начала первый этап перехода к раздельному сбору отходов. Анализ и перспективы сложившейся ситуации представлены в статье.

### **Ключевые слова**

Твердые коммунальные отходы, вторичная переработка, раздельный сбор отходов.

В настоящее время отходы являются глобальной экологической проблемой, которая несет угрозу для здоровья людей и всем геосферам Земли.

Твердые коммунальные отходы (ТКО) - это отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд [2].

Основными компонентами твердых коммунальных отходов являются: пищевые отходы, бумага, текстиль, полимеры, резина, стекло, черные и цветные металлы.

Гниющие частицы ТКО являются источником размножения микробов, вызывающих инфекции и заболевания. Не так давно отходы жизнедеятельности человека еще не были острой проблемой, так как все могло перерабатываться естественным путем в природных условиях. Однако, сейчас изобретены такие материалы, которые имеют огромный срок разложения и естественным путем перерабатываются несколько сотен лет.

Городским хозяйством мегаполисов образуется чрезмерно большое количество отходов и оно растет последние десятилетия. Среднестатистический житель мегаполиса в год производит от 500 до 1000 килограмм отходов. В Москве объемы ежегодного производства ТКО существенно превышают возможности их переработки. По данным Росприроднадзора, на территории страны скапливается более 94 млн тонн ТКО ежегодно, включая 8 млн тонн в Москве [6]. При этом 83% от этого количества попадает на захоронение. Новый закон от 09.08.2016 № 492-ПП «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами» призван уменьшить эту цифру до 40% до 2025 года. Сложившаяся десятилетиями система обращения с отходами в России представляет собой повсеместное захоронение отходов при очень низкой доле их переработки и обезвреживания. В Москве размещение ТКО также остается преобладающим способом обращения с ними (около 85% от общего объема ТКО, образующегося в жилом и нежилом секторе).

С 2020 по 2029 год Москва, по прогнозам, произведет более 80 млн тонн отходов. Это колоссальная цифра — больше десятой части всех бытовых отходов, которые вырабатываются в России (по разным оценкам, от 60 до 80 млн тонн в год).

Для Москвы была введена отсрочка по реализации «мусорной реформы» до 2022 года. В границах городов федерального значения запрещено создавать свалки и мусороперерабатывающие полигоны. Поэтому местные власти в Москве должны заключать договора с соседними регионами о вывозе отходов на их территорию, что представляет собой одну из главных проблем.





Но, не смотря на отсрочку, Москва начала первый этап перехода к раздельному сбору отходов в январе 2020 года. К этому времени жилые дворы и объекты социальной сферы должны были оснастить специальными контейнерами для двух видов отходов: серые — для органики, синие — для вторсырья. В настоящее время осуществляется только отработка логистики вывоза специальных контейнеров, сортировка отходов жителями пока идет не активно. Для вторичной переработки важно, чтобы отходы, «содержащие полезные компоненты» (пластик, стекло, бумага, картон, металлы), не были загрязнены остатками пищи. В этом случае они могут быть отправлены на предприятия, где пройдут досортировку и дополнительную очистку, а потом их переработают. Из картона можно сделать туалетную бумагу и бумажные полотенца, из пластиковых бутылок — плитку, контейнеры и ящики. Алюминий и стекло могут использоваться повторно [3].

На сегодняшний день на территории столицы три действующих мусоросжигательных завода (рис.1), способных перерабатывать более 1 млн. тонн отходов в год. Это ГУП «Спецзавод № 2», ГУП «Спецзавод № 3» и ГУП «Спецзавод № 4».

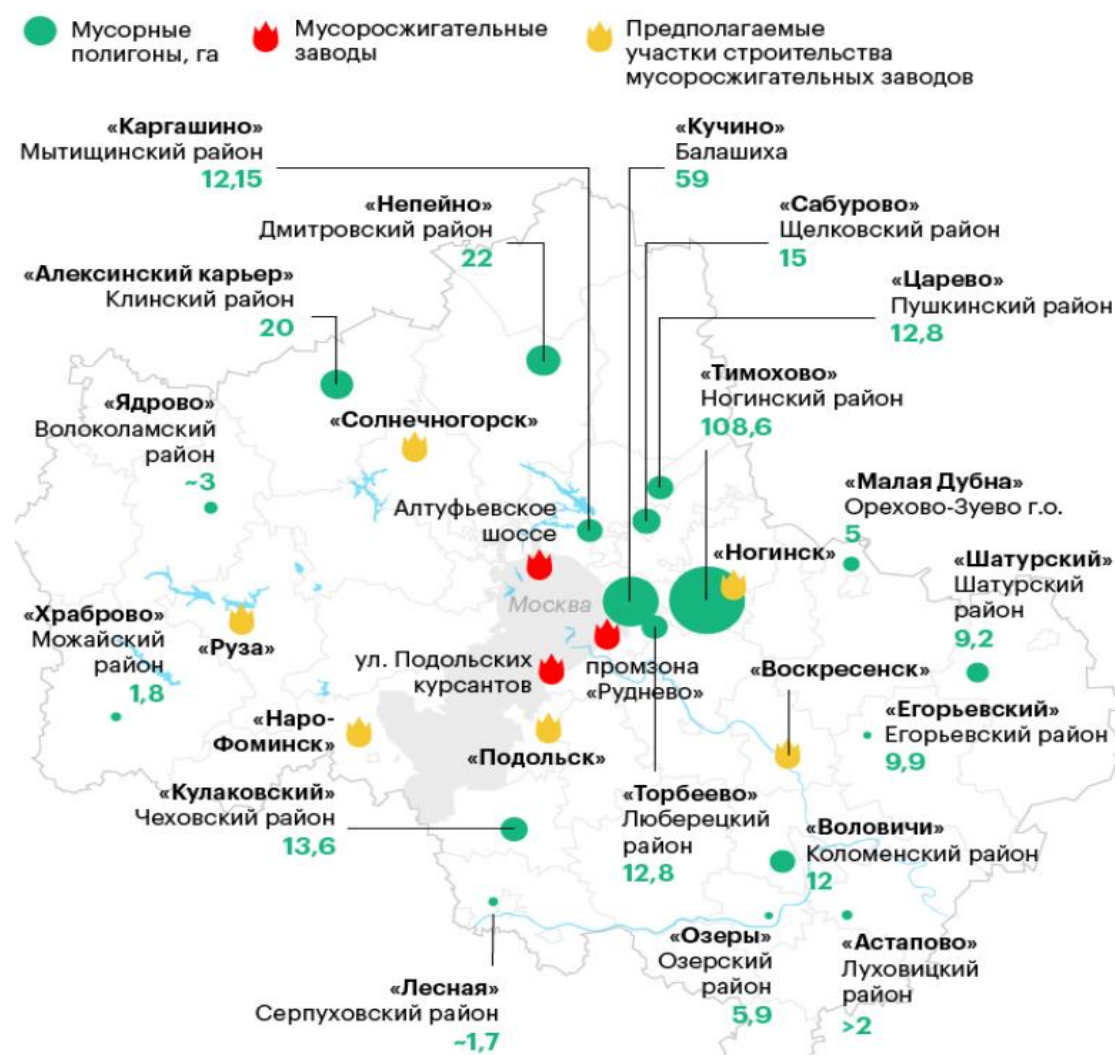


Рисунок 1. Расположение мусоросжигательных заводов г.Москвы и мусорных полигонов [4]

В территориальной схеме обращения с отходами (была принята в декабре 2019 года) [5], указано, что раздельный сбор отходов «является одним из приоритетных



направлений развития отрасли. Документ предусматривает, что если в 2020 году доля отходов в Москве, которые пойдут на утилизацию, составляет около 16%, то в 2024 году — уже 36%. Поправки в закон «Об отходах» указывают, что сжигание мусора считается его переработкой. Об этом говорится и в территориальной схеме — в ней указано, что «обезвреживание с производством тепла и электроэнергии» учтено в показателе «Утилизация». С 2022 года отходы будут свозить на четыре мусоросжигательных завода, которые планируют построить в подмосковных Солнечногорске, Ногинске, Воскресенске и Наро-Фоминске.

В то же время значительная часть московских отходов по-прежнему будет отправляться на свалки в Подмосковье. Кроме того, отходы столицы отправят в другие регионы — в Калужскую (за десять лет примет более 15 млн тонн отходов) и Владимирскую области (еще 9 млн тонн) [1].

Пока проблема утилизации отходов города Москвы решается за счет соседних регионов. Однако выход новых законодательных документов, в которых отдельный сбор отходов назван одним из приоритетных направлений развития отрасли, положил основу для разумного и официально поддержанного пути к сокращению и вторичному использованию отходов мегаполиса.

### Литература

1. Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ [Электронный ресурс]: Федер. закон от 06.10.2003 N 131-ФЗ (ред. от 27.12.2019) – Режим доступа: [https://legalacts.ru/doc/131\\_FZ-ob-obwih-principah-organizacii-mestnogo-samoupravlenija/](https://legalacts.ru/doc/131_FZ-ob-obwih-principah-organizacii-mestnogo-samoupravlenija/) - Дата обращения: 17.02.2020 г.
2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федер. закон от 24 июня 1998 года N 89-ФЗ (ред. от 02.08.2019) - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=210004-55&rnd=F6940E097FD4A385462F219B8DD22FAD&req=doc&base=LAW&n=330821&REF DOC=210004&REFBASE=LAW#1y41lgf832j> - Дата обращения 23.02.2020 г.
3. Доклад Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека по вопросам, связанным с обеспечением прав населения на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду при утилизации отходов потребления [Электронный ресурс] [https://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/HRC\\_Report\\_2018.pdf](https://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/HRC_Report_2018.pdf) - Дата обращения: 17.02.2020 г.
4. Открыт мусоросжигательный завод [Электронный ресурс] <https://oosmusor.ru/informacziya/novosti-kompanii/otkryit-musoroszhigatelnyij-zavod> - Дата обращения: 10.01.2020 г.
5. Территориальная схема обращения с отходами [Электронный ресурс] [https://www.mos.ru/upload/documents/files/1934/1\\_Proektdokumenta.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/1934/1_Proektdokumenta.pdf) - Дата обращения: 19.02.2020 г.
6. Экономические аспекты утилизации твердых бытовых отходов в городском хозяйстве мегаполисов [Электронный ресурс] - <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-aspekty-utilizatsii-tverdyh-bytovyh-othodov-v-gorodkom-hozyaystve-megapolisov> - Дата обращения: 10.02.2020 г.



## ОБОГАЩЕНИЕ СЛАНЦЕВЫХ ФОРМАЦИЙ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА И ПОСЛЕДСТВИЯ

*Пунанова С.А. (Институт проблем нефти и газа РАН, [ripanova@mail.ru](mailto:ripanova@mail.ru))*

### Аннотация

Рассмотрены содержания микроэлементов (МЭ), в том числе потенциально токсичных элементов (ПТЭ) – V, Ni, Mo, Co, Cd, As, Hg, Cr, U и др., в сланцевых формациях различных регионов мира. Проведен их сравнительный анализ и выявлены наиболее высокие концентрации токсичных элементов в сланцах некоторых регионов, значительно превышающие Кларковые содержания в глинах (по А.П. Виноградову).

Поступление ПТЭ в окружающую среду значительно увеличивается в результате теплового воздействия на пласт, которое может иметь место при разработке подобных месторождений горючих ископаемых, а также при некоторых процессах переработки углеводородов (УВ). Необходимо оценивать экологические риски для окружающей среды.

**Ключевые слова:** микроэлементы, потенциально токсичные элементы, Кларковые содержания, сланцевые формации, экологические риски.

### Введение

Черные сланцы с содержанием  $C_{орг}$  от 8 до 20%, называемые еще доманикитами, по представлениям геохимиков – типичные нефтематеринские свиты. Известны многочисленные аналоги классического типа черносланцевых формаций: доманиковый горизонт (среднефранский ярус верхнего девона) Волго-Уральского и Тимано-Печорского бассейнов; баженинты – верхнеюрско-нижнемеловые отложения баженовской свиты или ее возрастных аналогов в Западной Сибири, киммерийские глины бассейна Северного моря, менилитовые сланцы олигоценового возраста Северо-Предкарпатского бассейна в Польше и Западной Украине, в США свиты Баккен, Барнетт, формации Грин Ривер бассейна Юинта, свита Монтерей (кремнистые глины Калифорнийского бассейна), свита Ла Луна Маракайбо (Венесуэла) и др. Сланцы, как правило, обогащены широким набором МЭ, в том числе и ПТЭ. Горючие сланцы – это слабо преобразованные аналоги будущих нефтематеринских отложений, характеризующиеся высокими концентрациями  $C_{орг}$  – до 80%. Сланцы интересны как возможные исходные нефтематеринские свиты, а дополнительная информация, связанная с большой заинтересованностью современного мира в изучении сланцевого газа и сланцевой нефти для последующей разработки, важна в научном и практическом аспектах. Стоит привести слова В.И. Вернадского, звучащие сейчас очень актуально и современно: «Можно отметить два типа месторождений для скоплений нефти: 1) скопление в осадочных породах; 2) проникновение углеводородами битуминозных сланцев. Оба типа могут рассматриваться как части одного и того же явления. Нахождение в сланцах содержит наибольшие массы нефти» [1]. По мнению В.И. Вернадского, и подтвержденного дальнейшими геохимическими исследованиями по многим территориям (А.Э. Конторович, С.Г. Неручев, Э.М. Галимов, В.И. Скоробогатов и др.), общее количество рассеянной нефти в осадочной оболочке Земли намного превышает общее количество нефти в месторождениях.

### Рудные элементы сланцевых формаций

В докладе приведены детальные данные по оценке содержаний МЭ в черных и горючих сланцах на примере отдельных регионов: в доманиковых отложениях Волго-Урала, в сланцах Кендерлыкского месторождения (республика Казахстан), в сланцах формации



Барнетт и Грин Ривер США, в глинисто-кремнистых разностях пород верхнеюрско-нижнемелового возраста баженовской свиты Западной Сибири, в куонамской горючесланцевой формации глинисто-карбонатного и кремнисто-карбонатно-глинистого состава, развитой на востоке Сибирской платформы в разрезе кембрийской части осадочного чехла и др. [2, 3].

На рис. 1 с использованием Периодической таблицы Д.И. Менделеева представлена сопоставительная усредненная характеристика обогащенности элементами сланцев относительно Кларков глинистых пород и с учетом классификации элементов по А.Н. Заварицкому. По величине  $Q_i$  ( $Q_i$  есть отношение концентрации элемента в сланцах к Кларку этого элемента в глинистых породах по А.П. Виноградову) нами выделены четыре градации статистической оценки. Анализ этих данных подчеркивает широкое разнообразие состава МЭ в каустобиолитах. В группу элементов, обогащающих каустобиолиты, входят элементы горных пород, группы железа, металлические, редкие, металлоидные, радиоактивные. Максимальные значения характерны для так называемых высокоподвижных в условиях земной коры элементов (Hg, Se, Mo, Sb, As, Cd, Pb, Bi и др.), что возможно указывает на активность процессов миграции при формировании месторождений УВ. Величины обогащения оказываются в ряде случаев аналогичны концентрациям элементов в рудных месторождениях, что позволяет использовать месторождения каустобиолитов комплексно, т.е. и как потенциальный источник ряда рудных элементов.

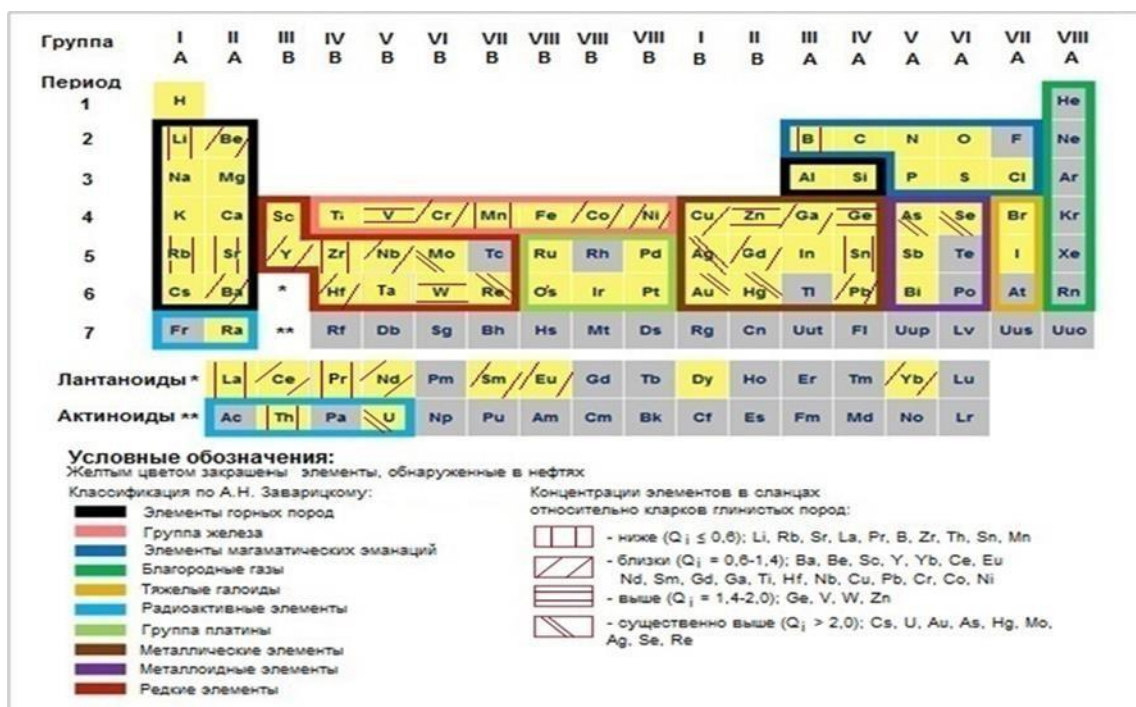


Рисунок 1. Концентрации элементов в сланцах относительно Кларков

Сопоставление содержаний МЭ в сланцах показывает, что четкой связи с возрастом сланценосных формаций выявить не удастся. Это объясняется влиянием других факторов, а именно фаціальным типом осадков и геоструктурным положением сланценосного бассейна. Для выявления вклада эндогенных и экзогенных источников поступления МЭ в сланцевые формации были установлены некоторые корреляционные зависимости. При этом выявлены более высокие корреляционные связи МЭ состава сланцев (горючих и черных) с химическим составом верхней континентальной земной коры ( $r=0,84-0,82$ ) по сравнению с составом нижней коры ( $r=0,79-0,80$ ). Исходя из



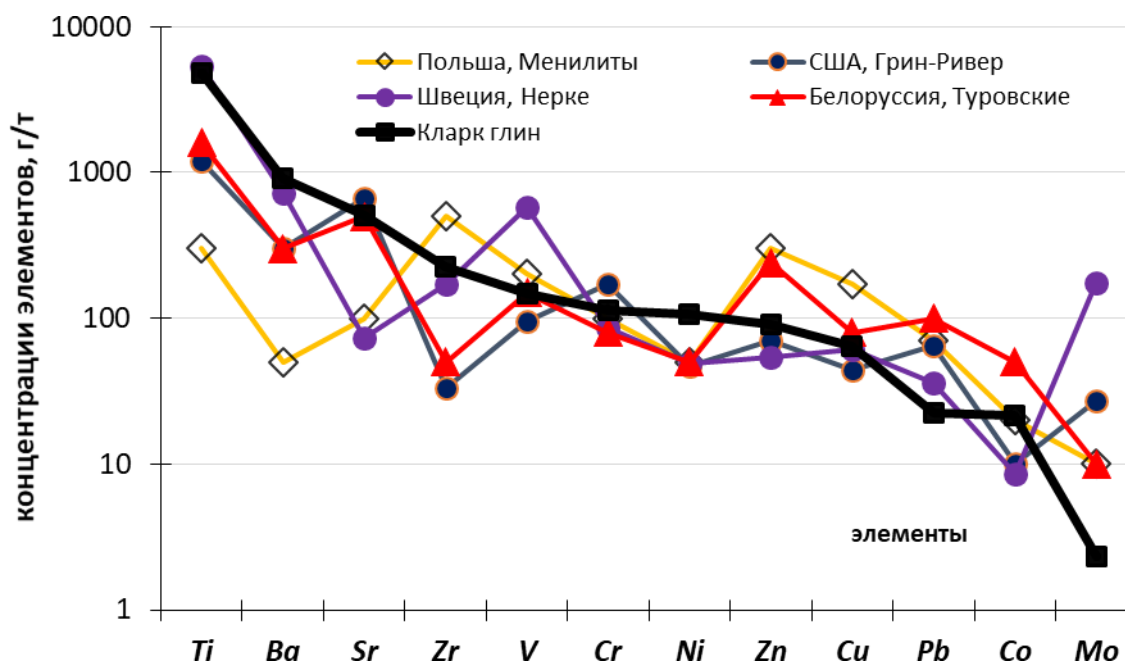


этого, сделан вывод о несколько большем вкладе в сланцевую породу МЭ матрицы из органического вещества осадочных пород, чем из глубинных зон земной коры [4].

Детализированные усредненные данные по 36 МЭ, приведенные в табл. 1, также подтверждают повышенные концентрации МЭ в черных и горючих сланцах (содержание многих рудных элементов выше 100 г/т). На рис. 2 показаны концентрации элементов в сланцах различных бассейнов мира. Содержания следующих рудных элементов выше, чем Кларки глин – в сланцах: Республики Беларусь – Zn, Pb, Co, Mo, Cu; Польши – Zr, Zn, Cu, Pb, Mo, V; Грин-Ривер – Sr, Cr, Pb, Mo; Швеции – V, Pb, Mo [5-9].

**Таблица 1.** Распределение усредненных данных по содержанию МЭ в минеральном веществе сланцев

Объект	Концентрация микроэлементов в минеральном веществе сланцев (по декадам), г/т						
	< 0,01	0,01–0,1	0,1–1,0	1,0–10	10–100	100–1000	>1000
Черные сланцы	Au		Hg, Re, Ag	Ge, W, Be, U, Hf, Th, Sn, Cs, Se	Sc, Nb, Co, Ga, Pb, Y, Mo, As, La, Li, Cu, Ce, B, Rb, Ni, Cr	Zr, Sr, Zn, V, Mn, Ba	Ti
Горючие сланцы	Re, Au	Ag	Hg	Ge, Mo, W, Be, U, Hf, Th, Sn, Cs	As, Se, Sc, Nb, Co, Ga, Pb, Y, La, Cu, Li, Ni, Ce, Cr, Zn	Rb, Zr, B, V, Sr, Mn, Ba	Ti



**Рисунок 2.** Концентрация микроэлементов в сланцах различных регионов

### Экологические риски

Многими практиками и учеными отмечались негативные экологические последствия разработки месторождений тяжелых нефтей, освоения сланцевых формаций и добычи из них нефтяных и газовых УВ. При гидроразрыве пласта, широко применяемого при разработке сланцевых формаций методом горизонтального бурения, возможно попадание токсичных элементов, как из сланцев, так из содержащихся в них нефтидов в окружающую среду.

Известно, что около 15-20% добываемого УВ сырья содержит в своём составе ПТЭ в количествах, превышающих их безопасный уровень, и объёмы его добычи с





годами возрастают. Наиболее миграционно подвижные и летучие из них Hg, Cd, As. В числе прочно химически связанных в комплексных металлоорганических соединениях в УВ – V, Ni, Co, Cr, Cu, Zn и другие биологически инертные в природной нефти и битумах, но токсично опасные в микродисперсном состоянии после техногенного, особенно высокотемпературного ( $> 450^{\circ}\text{C}$ ), воздействия на сырьё. Актиноиды, вне зависимости от прочности связи с молекулярными структурами УВ, входят в класс активно опасных в любом состоянии. Тепловое воздействие на пласт, увеличение давления, закачка химических реагентов при гидроразрыве пласта при большом количестве перфораций на протяжении длинного горизонтального участка приводят к высвобождению элементоорганических соединений, возможно летучих металлов и их выбросу в окружающую среду.

### Заключение

Учитывая результаты проведенных исследований, стоит довольно высоко оценивать экологические риски, возникающие при разработке сланцевых формаций. Для учета экологической ситуации участков, вводимых в разработку и принятия решений о комплексной технологии переработки сланцев с извлечением газа, нефти и металлов, необходимо проведение дополнительных исследований по мониторингу МЭ состава сланцевых формаций для поддержания охраны окружающей среды.

*Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания по теме: «Развитие научно-методических основ поисков крупных скоплений УВ в неструктурных ловушках комбинированного типа в пределах платформенных нефтегазоносных бассейнов», АААА-А19-119022890063-9*

### Литература

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Избр. сочинения. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 391 с.
2. Punanova S.A., Shpirt M.Ya. Ecological Consequences of the Development of Shale Formations Containing Toxic Elements // Solid Fuel Chemistry. 2018. V. 52. No 6. P. 396-405.
3. Punanova S.A., Nukenov D. The Question of Environmental Consequences at Horizontal Drilling of Shale Formations in Connection with their Enrichment with Microelements // Georesursy = Georesources. 2017. V. 19. No 3. P. 239-248.
4. Punanova S.A., Rodkin M.V. Comparison of the contribution of differently depth geological processes in the formation of a trace elements characteristic of caustobiolites. Georesursy = Georesources. 2019. V. 21. No 3. P. 14-24.
5. Ter Heege J. How Sweet is European Shale? A Story about the Uncertain Potential, Problematic Recovery and Public Concerns of Shale. Gas Development in Europe. Search and Discovery. 2019. Article #70381.
6. Voronin D.O., Panova E.G. Chemical weathering of lower Paleozoic black shales of South Sweden // Journal of Mining Institute. 2018. Vol. 230. P. 116-122.
7. Punanova S.A. The Ecological Protection of the Environment in the Production of Hydrocarbon Shales. Geopetrol-2018. Oil and Gas Institute Krakow. 2018. Poland. P. 1111-1117.
8. Parviainen A., Loukola-Ruskeeniemi K. Environmental impact of mineralized black shales // Earth-Science Reviews. 2019. 192. P. 65-90.
9. Лиштван И.И., Фалшшин П.Л. и др. Состав и свойства горючих сланцев Туровского месторождения Беларуси // Химия твердого топлива. 2009. № 2. С. 3-6.





## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОСКВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПЛАНИРУЕМОЙ РЕНОВАЦИИ

*Сметанин И.А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Ivan\_996boo@mail.ru),  
Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru)*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается изучение возможностей оценки состояния почв реновируемых селитебных территорий, основанная на комплексном сочетании эколого-геохимических и биологических методов исследования, а также выявление биоиндикационной значимости использования метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula*).

**Ключевые слова:** биоиндикация, оценка состояния почв, антропогенное воздействие, почвы и почвоподобные тела.

В настоящее время в городах почва существенно отличается от почвы естественных экосистем, играющих важную роль в поддержании экологического равновесия. В населенных пунктах антропогенное воздействие становится преобладающим над естественными факторами почвообразования, формируя в новых экологических условиях специфические почвы и почвоподобные тела.

В связи с этим возросшее антропогенное воздействие оказывает влияние на разработку новых и модификацию уже существующих способов оценки качества почв, как одного из компонентов окружающей среды. Современная система контроля состояния компонентов окружающей среды, основанная на химико-аналитическом определении отдельных химических элементов и соответствии их ГОСТам и ПДК, далеко не охватывает весь спектр токсических поллютантов. Кроме этого, некоторые рекомендуемые анализы сложны, дорогостоящи и неэффективны в оценке комплексного действия факторов различной природы. Возможным выходом из этой ситуации может быть применение методов биологической индикации, как способов определения эффекта суммарного воздействия поллютантов. Это определило проблему данной работы.

**Цель исследований:** изучение возможностей оценки состояния почв реновируемых селитебных территорий, основанная на комплексном сочетании эколого-геохимических и биологических методов исследования.

**Материалы и методы:** эколого-геохимическая оценка уровня техногенного химического загрязнения грунтов, как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения, проводилась по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». Одними из таких показателей являются коэффициент концентрации химического вещества ( $K_c$ ) и суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ). Биоиндикационная оценка состояния почвенного покрова на территориях планируемой реновации проводилась с использованием метода флуктуирующей асимметрии на основании методики, утвержденной распоряжением МПР России от 16.10.2003 года №460-р.



Результаты. При эколого-геохимическом исследовании состояния почвенного покрова на заложенных пробных площадках наблюдались превышения по различным химическим элементам (Рис. 1-3).

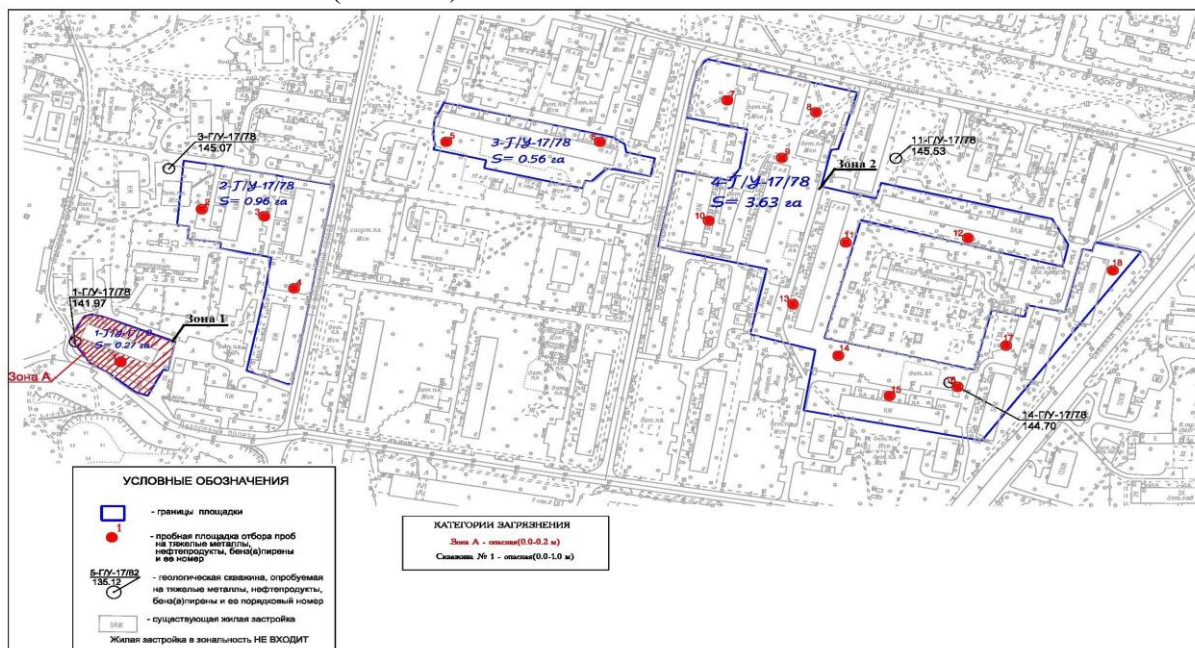


Рисунок 1 - Расположение пробных площадок на территории района Свиблово, микрорайона 23а

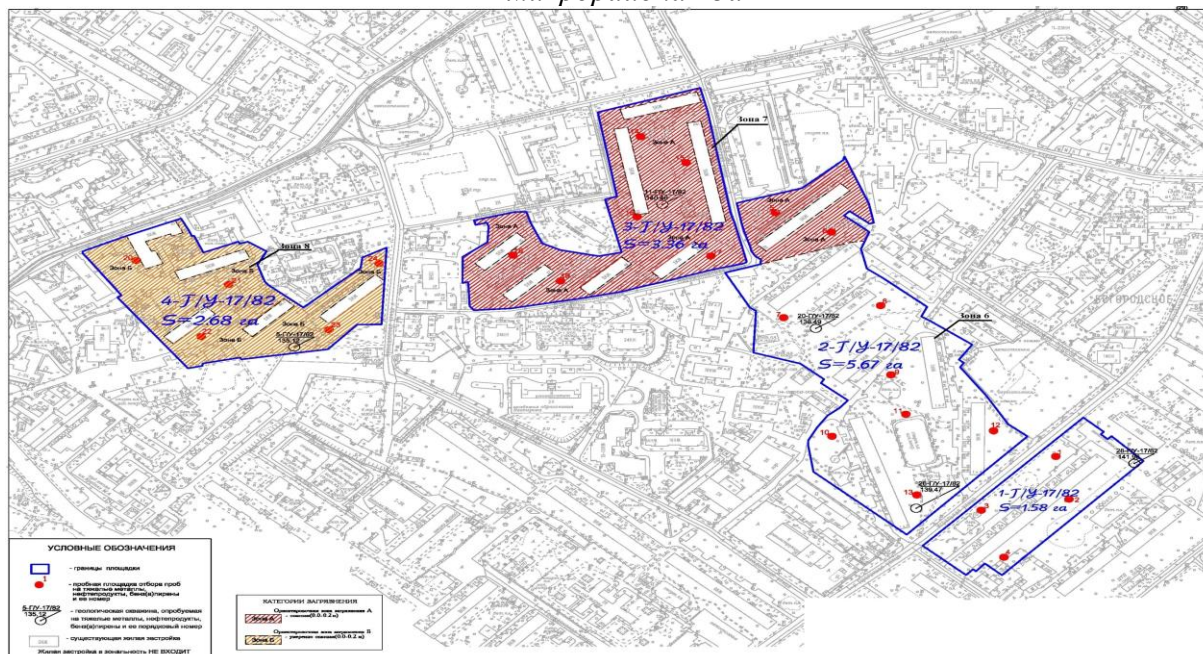


Рисунок 2 - Расположение пробных площадок на территории района Богородское, микрорайона 156 – 166



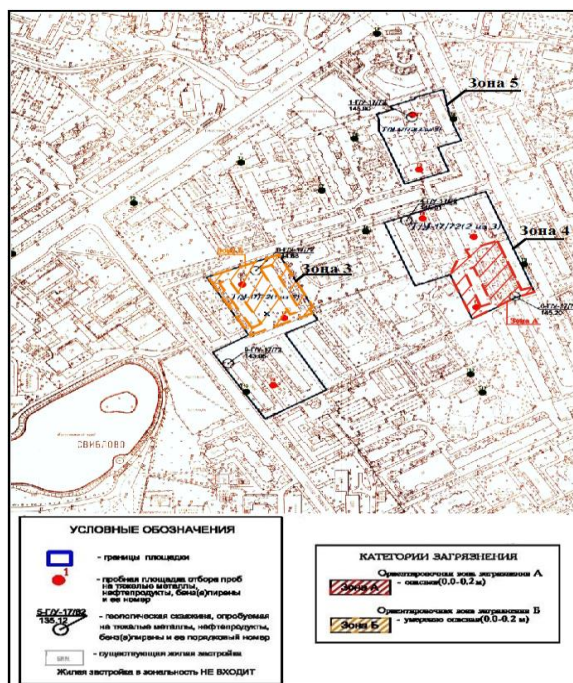


Рисунок 3 - Расположение пробных площадок на территории района Свиблово, микрорайона 24

Исходя из представленных результатов, можно сделать вывод, что в каждом из микрорайонов присутствуют территории с различной степенью загрязненности почвенного покрова.

Таблица 1 - Результаты лабораторных исследований почв на подвижные формы металлов.

№ п/п	Наим. пробы	Глубина отбора пробы, м	Хар-ка почв пробы	рН <sub>ксл</sub>	Содержание химических элементов, мг/кг (подвижные формы)					
					Ni	Cu	Zn	Pb	Cd	As
1	Лазоревый пр-д, д.12	0.0-0.2	Супесь	6,52	<0,5	3,52	358	14,27	<0,05	<0,05
2	Снежная ул., д.7	0.0-0.2	Супесь	6,44	0,51	<0,5	19,5	4,99	<0,05	<0,05
3	Седова ул., д.7 к.2	0.0-0.2	Супесь	6,55	0,92	<0,5	21,8	5,32	<0,05	<0,05
4	Амундсена ул., д.19	0.0-0.2	Супесь	6,86	0,82	<0,5	22,7	4,30	0,099	<0,05
5	Амундсена ул., д.11	0.0-0.2	Супесь	6,58	11,14	<0,5	23,1	11,67	0,057	<0,05
6	Нансена пр-д, д.8 к.2	0.0-0.2	Супесь	7,16	10,1	0,65	42,6	9,75	0,10	<0,05
7	Игральная ул., д.1 к.2	0.0-0.2	Супесь	6,29	0,77	<0,5	7,65	0,78	0,098	<0,05
8	Наримановская ул., д.26 к.1	0.0-0.2	Супесь	6,31	0,96	<0,5	8,98	0,83	<0,05	<0,05
9	1-ая Мясниковская ул., д.14	0.0-0.2	Супесь	6,73	3,70	<0,5	26,25	6,35	<0,05	<0,05
10	Наримановская ул., д.15	0.0-0.2	Супесь	6,96	5,12	4,11	51,2	6,0	<0,05	<0,05
11	Миллионная	0.0-0.2	Супесь	7,09	0,62	3,57	67,7	14,7	<0,05	<0,05





	ул., д.8 к.2									
12	Миллионная ул., д.10	0.0-0.2	Супесь	7,46	2,73	3,22	45,1	12,6	0,078	<0,05
ПДК, ОДК (в числителе – песок, супесь, в знаменателе: без скобок – суглинок в рН КСl<5,5, в скобках суглинок с рН КСl>5,5)				--	4,0	3,0	23	6,0	--	--

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что имеется частичная зависимость между подвижными формами и валовым содержанием тяжелых металлов в почвенном покрове.

Пробные площадки №1 (Лазоревый пр-д, д.12), №4 (Амундсена ул., д.11) и №7 (1-ая Мясниковская ул., д.14), относящиеся к опасной категории загрязнения имеют значительные превышения ПДК (ОДК) по некоторым химическим элементам (Zn – на пробной площадке №1 (Лазоревый пр-д, д.12), (Ni – на пробной площадке №4 (Амундсена ул., д.11)), что доказывает прямую взаимосвязь между валовыми содержаниями и подвижными формами (Табл. 1).

При исследовании биоиндикационных показателей можно заметить, что уровень загрязненности находит отражение в показателях асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula*) и становится тем выше, чем выше уровень загрязненности почвенного покрова.

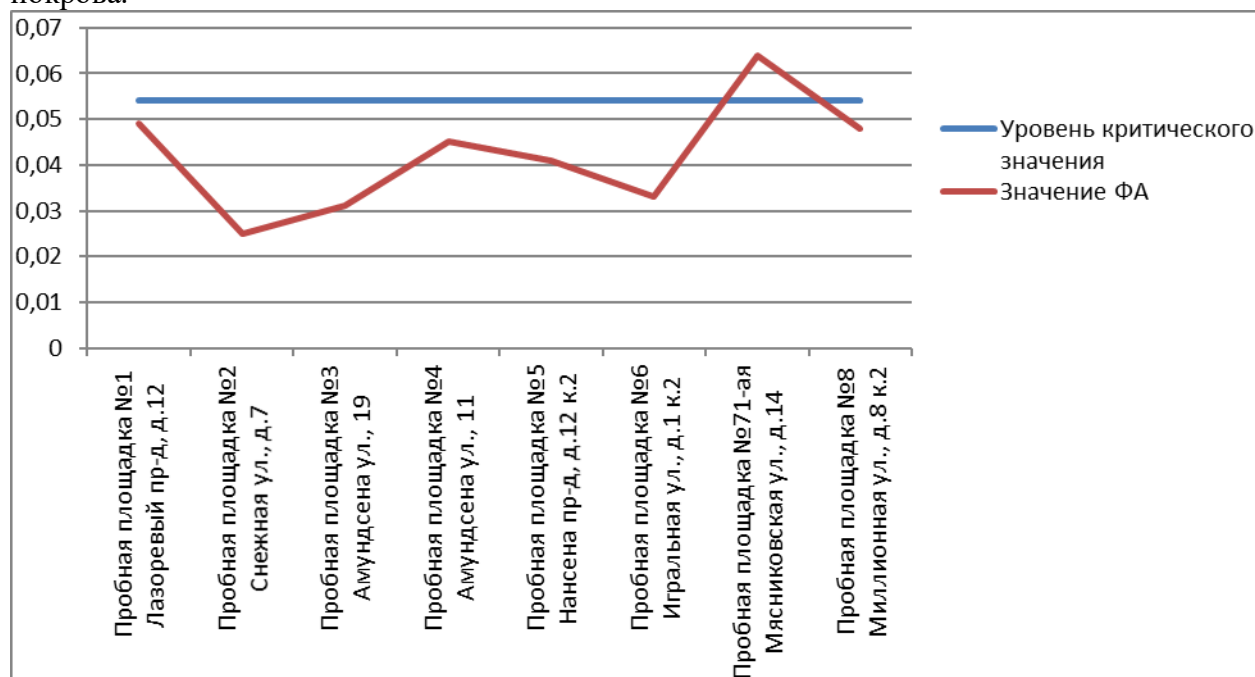


Рисунок 4 – Величина флуктуирующей асимметрии на территории пробных площадок

Таким образом, при проведении сравнительного анализа результатов оценки состояния почв с использованием статистической обработки и ГИС-технологий, полученных с использованием эколого-геохимических методов и биондикационных методов, была выявлена биоиндикационная значимость и возможность использования метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula*) для оценки качества почвенной среды территорий, включенных в план реновации города Москвы.

### Литература

1. Баранов С.Г., Д.Е. Гавриков. Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendula* Roth



2. Босняцкий Г.П. Методы биоиндикации для контроля состояния окружающей среды. – ВНИИГаз, 2004.
3. Гусейнов А.Н. Введение в общее почвоведение. / Учебное пособие / Москва – МГГА – 2000. – 94 – 100 с.
4. Математическая обработка результатов при проведении экологических исследований. – Дрофа, 2008.





**СИСТЕМА ГИДРОТРАНСПОРТА ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА  
ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

**Сницерева В.П.** (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»), *e-mail: vika.snicereva@mail.ru*),

**Скопинцева О.В.** (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: skopintseva54@mail.ru*)

**Аннотация**

Выполнен анализ системы гидротранспорта хвостового хозяйства. Эксплуатируемая система гидротранспорта хвостов включает в себя объединенный комплекс сооружений «старого» и действующего хвостохранилища. Система состоит из: железобетонного двухсекционного хвостового лотка от главных корпусов обогатительной фабрики до пульпонасосной станции № 1, пульпонасосной станции № 1 (ПНС-1) с пятью насосами, крытого железобетонного аварийного бассейна при ПНС-1, магистральных пульповодов (МП), пульпонасосной станции № 2А (ПНС-2А) с шестью насосами, открытого грунтового аварийного бассейна при ПНС-2А и четырех технологических ниток. В ходе данного анализа были разработаны рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации хвостового хозяйства.

**Ключевые слова:** гидротранспорт хвостов, пульпонасосные станции, технологические нитки, хвостовое хозяйство.

Система сооружений гидравлического транспорта хвостов предназначена для транспортирования хвостовой пульпы Жезказганских обогатительных фабрик 1,2 (ЖОФ №1,2) совместно с промышленными стоками предприятий промплощадки (ЛМЗ, очистных сооружений, ДМЗ, ТЭЦ, компрессорной и кислородной станций и т.д.) на технологические участки действующего хвостохранилища. Существующий хвостовой лоток эксплуатируется с 1964 года. Первоначально он состоял из двух секций лотков, разделенных стенкой (рабочий и резервный).

В систему гидротранспорта хвостов ЖОФ №1,2 входят [1, 2]:

1. Железобетонный двухсекционный хвостовой лоток самотечной подачи пульпы от главных корпусов обогатительной фабрики до пульпонасосной станции №1 протяженностью около 1300 м. В лоток заведены также стоки системы гидрозолоудаления ТЭЦ, очистных сооружений предприятия тепловодоснабжения, промливневых канализаций, очистных сооружений медеплавильного завода, литейно-механического завода, компрессорной и кислородной станций.



2. Пульпонасосная станция №1 (ПНС-1), включая основное, вспомогательное и электротехническое оборудование.

Станция оснащена пятью грунтовыми насосами 2ГрТ8000-71. В работе постоянно находится один насос. В основной технологической схеме задействованы четыре насоса.

Пятый насос 2ГрТ8000/71 из основной технологической схемы исключен и используется для опорожнения аварийного бассейна в первую нитку магистрального пульпопровода.

Паспортная характеристика насосов 2ГрТ8000/71:

производительность	— 8000 м <sup>3</sup> /час;
при напоре	— 71 м;
мощность электродвигателя	— 3150 кВт;
число оборотов	— 375 об/мин.

Конструктивно станция выполнена с заглубленным на 6 метров машинным залом и отдельными зумпфами для каждого насоса.

Отметка нуля здания пульпонасосной станции — 330.49, отметка всаса насосов — 325.79 м.

Для предупреждения затопления заглубленного зала в аварийных ситуациях, в том числе отключения электроснабжения на станции установлен и постоянно должен находиться в рабочем состоянии дизельный электрогенератор, обеспечивающей работу дренажных насосов и мостового крана.

3. Крытый, железобетонный аварийный бассейн при ПНС-1 рабочим объемом 10.7 тыс.м<sup>3</sup>, размером в плане 60х60 метров с насосной станцией автономного опорожнения, оснащенной насосами П-800.

5. Магистральные пульповоды (МП) – в 4 нитки из стальных труб Ø1220 мм от ПНС-1 до хвостохранилища, в том числе:

- Технологическая нитка № 1 (МП-1) общей протяженностью 6.71км от ПК 0 (ПНС-1) до ПК 67 на берме ограждающей дамбы северного борта «старого» хвостохранилища с отметкой гребня 376.0м. В настоящее время эта нитка пульповода используется только для временного, сосредоточенного сброса хвостов.

- Технологическая нитка № 2 (МП-2) с протяженностью около 2.815 км, от ПК 0 до верха ограждающей дамбы на участке №10 «старого» хвостохранилища. Нитка предназначена исключительно для аварийного сброса хвостов в «старое» хвостохранилище





или, после выполнения соответствующих переключений – в качестве резерва нитки № 3 (№1) на участке ПНС-1 - ПНС-2А.

- Технологическая нитка № 3 (МП-3) длиной 8.169км от ПК 0 (ПНС-1) до ПК 81+69 на берме южного борта «старого» хвостохранилища (ПК 0 пионерной дамбы нового хвостохранилища).

- Технологическая нитка № 4 (МП-4) общей протяженностью 8.021км от ПК 0 (ПНС-1) до ПК 80+21 на берме южной дамбы старого хвостохранилища (ПК 0 пионерной дамбы нового хвостохранилища).

6. Магистральные пульповоды от ПНС-1 до «старого» хвостохранилища проложены параллельно на железобетонных подкладках с устройством компенсаторов и анкерных опор.

Вдоль трассы предусмотрена подъездная автодорога для обслуживания и ремонта.

В местах пересечения с автомобильными и железными дорогами пульповоды уложены в защитных кожухах. Переход пульповодов через реку Кенгир выполнен по мостовому переходу.

Трасса пульповодов от ПНС-2А до хвостохранилища проложена по насыпи и эстакадам. Над автомобильными и железными дорогами пульповоды смонтированы по эстакаде и защищены сплошными металлическими кожухами из труб диаметром 1400 мм, что исключает возможность попадания пульпы на дороги в случае аварийного порыва пульповода на этом участке.

Для смягчения гидравлических ударов на входе выходе из каждой ПНС установлены противоударные воздушные колонны.

7. Пульпонасосная станция №2А (ПНС - 2А) с шестью насосами 2ГрТ 8000/71, оснащенными тремя тиристорными преобразователями частоты вращения синхронных электродвигателя (ПЧВС), вспомогательным и электротехническим оборудованием. Каждый ПЧВС электрической схемой соединен с электродвигателями двух насосов с возможностью регулирования каждого из них. Станция расположена на ПК 19+32 м магистральных пульповодов. Пульпонасосная наземного типа, без зумпфов. Отметка нуля здания — 342.50 м, отметка оси всасывания насосов — 343.57м.

Открытый грунтовый аварийный бассейн при ПНС- 2А объемом 20000 тыс.м<sup>3</sup> с противофильтрационным экраном основания из суглинка.

Так как хвостовой лоток эксплуатируется с 1964 года, надежность сооружения обеспечена недостаточно [3, 4]. Для обеспечения безопасной работоспособности,



рекомендуются следующие основные мероприятия по эксплуатации системы самотечного гидротранспорта хвостового хозяйства:

- обеспечение текущего контроля (осмотра) состояния работающей нитки не менее одного раза в сутки, а также после каждого переключения или включения в работу;
- периодический контроль за состоянием низового откоса ограждающей дамбы, в том числе основания магистральных пульповодов. Выполнение необходимых текущих ремонтов и подсыпок;
- исключение протечек. Обеспечение целостности труб, компенсаторов и опор по трассе;
- организация системного контроля за их техническим состоянием в районе прокладки магистральных и распределительных пульповодов на бермах «старого» и действующего хвостохранилищ ЖОФ №1,2 своевременное выполнение необходимых ремонтов, соблюдение положений технологических инструкций по эксплуатации оборудования.

Данные рекомендации позволят существенно улучшить эксплуатацию гидротранспорта хвостов и обеспечить их надежность в работе.

### **Литература**

1. Технологическая инструкция ТИ 3518 РК 050140000656-03-16-02-2018.
2. СНиП 2.05.07-85 - Пособие по проектированию гидравлического транспорта.
3. Сницерева В.П., Овчинникова Т.И., Скопинцева О.В. Оценка дисперсного состава отложившейся пыли в корпусе дробления на обогатительной фабрике // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. №1 (специальный выпуск 1) – С.223-232. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1-223-232.
4. Бужин А.А., Скрипка А.А., Скопинцева О.В. Испытание технологии обеспыливания с помощью температурно-активированной воды // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. №1 (специальный выпуск 1) – С.39-48. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1-39-48.



## ТИПИЧНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РЕГИОНАЛЬНЫХ ООПТ Г. МОСКВЫ

*Кедо Д.В. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), i.colors@yandex.ru)*

### **Аннотация**

В статье ставится задача проанализировать нарушения действующего природоохранного и градостроительного законодательства по отношению к региональным ООПТ г. Москвы в период с 2010 по 2020 год. Для анализа была разработана система показателей. По результатам анализа были выявлены территории с наибольшим количеством различных видов нарушений, а также определены наиболее типичные нарушения для региональных ООПТ г. Москвы.

### **Ключевые слова**

ООПТ, природоохранное законодательство, нарушения законодательства

В условиях интенсивных градостроительных мероприятий в черте г. Москвы, активно уменьшается площадь зеленых территорий, включая территории, имеющие статус «Особо охраняемые пригородные территории», либо «Особо охраняемые зеленые территории». Часто строительство на данных территориях ведется с нарушениями действующего законодательства: без прохождения Государственной экологической экспертизы (ГЭЭ), без разрешения на строительство (РНС) и прочей разрешительной документации. При этом даже получение разрешительной документации не означает, что были соблюдены все нормы природоохранного (экологического) и градостроительного законодательства.

Одним из показательных примеров последнего времени является Мневниковская пойма, входящая в состав природно-исторического парка «Москворецкий» (ПиП «Москворецкий»). На данном участке ПиП «Москворецкий» фиксировались нарушения эксплуатации территории ООПТ (свалки ТКО, незаконная вырубка деревьев), а также были зафиксированы случаи незаконныхстроек крупных объектов: участок Северо-Западной хорды и станций метро. Схожие нарушения встречаются практически в каждом ООПТ города Москвы.

Целью исследования стал анализ типичных нарушений природоохранного и градостроительного законодательства в границах региональных ООПТ города Москвы в период с 2010 г. по 2020 г.

В качестве модельных территорий были выбраны следующие ООПТ:

- Природно-исторические парки (ПиП) – «Тушинский», «Покровское-Стрешнево», «Останкино», «Измайловский парк», «Царицыно», «Битцевский лес», «Москворецкий», «Косинский», «Кузьминки-Люблино», «Долина реки Сходни в Куркино», «Сокольники»;
- Природные заказники (ПЗ) – «Воробьевы горы», «Долина реки Сетунь», «Дегунинский»;
- Ландшафтные заказники (ЛЗ) – «Тёплый Стан», «Тропарёвский».

В качестве методологической основы был использован сравнительно-типологический подход. Так в частотности на основании зафиксированных нарушений на территории ПиП «Москворецкий» была разработана система показателей для оценки типичных нарушений в границах региональных ООПТ города Москвы.

Типичные нарушения были объединены в 4 группы:

1. Незаконное причинение вреда экосистемам ООПТ:



- Незаконное разведение костров, поджоги;
  - Незаконная вырубка деревьев;
  - Несанкционированные свалки ТКО;
  - Уничтожение почвенного слоя и ландшафта.
2. Нарушения при проведении ГЭЭ:
    - Нарушения при проведении общественных слушаний;
    - Проект вывода частей из ООПТ, прошедший ГЭЭ, не соответствующий фактическому выводу;
  3. Незаконное строительство:
    - Строительство не по утвержденному проекту;
    - Строительство до получения положительного заключения ГЭЭ и/или официального вывода из состава ООПТ;
    - Строительство без разрешения на строительство (РНС).
  4. Прочие нарушения.

На основании сравнения ООПТ по данным показателям был произведен сбор данных и составлены соответствующие описания. В итоге были выявлены и систематизированы имеющиеся нарушения для дальнейшей разработки мер по их устранению.

По результатам произведенного исследования было определено количество зафиксированных нарушений различных видов и наиболее распространённые из них. В графическом виде они представлены на рисунках 1 и 2.

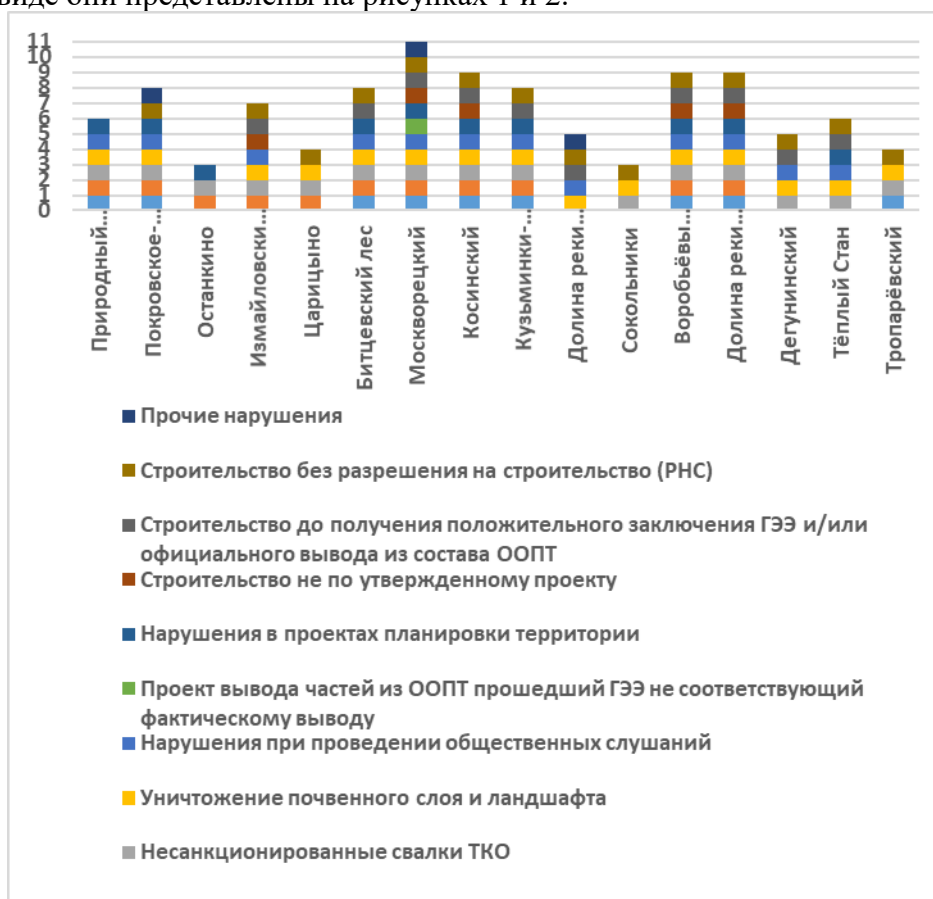


Рисунок 1. Количество зафиксированных нарушений различных видов для каждого обследованного ООПТ



Рисунок 2. Сумма зафиксированных различных видов нарушений для все обследованных ООПТ

Среди проанализированных ООПТ наибольшее количество различных видов нарушений было зафиксировано на территориях ПиП «Москворецкий», ПиП «Воробьёвы горы», ПиП «Косинский» и ПЗ «Долина реки Сетунь». Наименьшее количество нарушений - на территориях ПиП «Сокольники» и ПиП «Останкино».

Среди типичных нарушений наиболее распространёнными являются несанкционированные свалки ТКО, уничтожение почвенного слоя и ландшафта, строительство без РНС, нарушения при проведении общественных слушаний, незаконная вырубка деревьев.

В качестве наиболее ярких примеров нарушений можно привести следующие. Генеральный директор ГСКБ «Алмаз-Антей», получил в аренду участок на территории ПиП «Покровское-Стрешнево» размером 5,38 га. Суд был против, однако это не помешало появлению на данной территории высокого забора, коттеджей, бани и прочих капитальных построек.

Территория «Долины реки Сходни в Куркино» подверглась негативному воздействию из-за строительства ЖК на другой стороне реки, которая относится к территории г. Химки. Возник конфликт юрисдикций.

На территории «Воробьёвых гор» была незаконно установлена праздничная иллюминация, которая негативно влияет на обитателей.

На множестве ООПТ были зафиксированы строительные работы без или до прохождения ГЭЭ, а также без получения РНС.

Также на территориях ООПТ часто фиксировалось незаконное благоустройство (не соответствующее требованиям и целям ООПТ), которое также было проведено без или до прохождения ГЭЭ. Например, в ПиП «Покровское-Стрешнево» был осушён и забетонирован пруд.

В заключении следует отметить, что городские власти очень негативно настроены против самовольно возведенных строений на территориях ООПТ, если данные строения возведены для коммерческой деятельности без официального согласования. Если сами власти решили построить различные объекты на территории ООПТ (в большинстве случаев с нарушениями законодательства), то только изредка контролирующие органы, на которые возложены соответствующие обязанности, могут признать действия незаконными.

Основными приемами городских властей в хозяйственном освоении территорий ООПТ являются проекты планировки, подразумевающие строительство автодорог через территории ООПТ для улучшения транспортной ситуации в городе, либо благоустройство





территорий. Как показывает практика, строительство и благоустройство часто ведутся с нарушениями законодательства. К тому же часто к проектам по строительству автодорог через территории ООПТ добавляются участки для строительства жилых домов, которые увеличивают антропогенную нагрузку на территории ООПТ.

### Литература

1. Закон г. Москвы от 26 сентября 2001 года N 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве» (с изменениями на 20 февраля 2019 года) // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=33424-11&rnd=3AEE36BA8CF32378C8C598E2AE130F12&req=doc&base=MLAW&n=191490&REFDOC=33424&REFBASE=MLAW#8115ym8r5h> (дата обращения 2020-02-15).
2. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. N 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (с изменениями на 1 мая 2019 года) // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=875855828030678616009505855&cacheid=2DB58E0C234C4658077FF3B584FEC0BD&mode=splus&base=LAW&n=341974&rnd=D184F8BD244D13CAE55E08BCAA99F1DF#23rwyssglfz> (дата обращения 2020-02-15).
3. Градостроительный кодекс города Москвы от 25 июня 2008 года N 28 (с изменениями на 29 апреля 2019 года) // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=875855828030678616009505855&cacheid=673F6F8F32881FA6DE257F1707546B0D&mode=splus&base=MLAW&n=192823&rnd=D184F8BD244D13CAE55E08BCAA99F1DF#5cqms5kr49k> (дата обращения 2020-02-15).
4. Постановление Правительства Москвы от 05.06.2018 N 540-ПП «Об изменении границ особо охраняемой природной территории «Природно-исторический парк «Москворецкий» и внесении изменений в постановления Правительства Москвы от 29 декабря 1998 г. N 1012 и от 19 января 1999 г. N 38» // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=875855828030678616009505855&cacheid=A867913BC77AED30681705A01B555218&mode=splus&base=MLAW&n=186409&rnd=D184F8BD244D13CAE55E08BCAA99F1DF#2ff70p7my29> (дата обращения 2020-02-15).
5. Постановление Правительства Москвы от 02.07.2015 №404-ПП «Об утверждении проекта планировки территории линейного объекта — участка проектируемой линии метрополитена Третий пересадочный контур от станции «Хорошевская» до станции «Кунцевская» // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=875855828030678616009505855&cacheid=DF92DF97B696BA9A3F4ECE3BBDBC37DA&mode=splus&base=MLAW&n=164380&rnd=D184F8BD244D13CAE55E08BCAA99F1DF#a0691lgchuw> (дата обращения 2020-02-15).
6. Кодекс города Москвы об административных правонарушениях от 21 ноября 2007 года N 45 (с изменениями на 22 мая 2019 года) // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=875855828030678616009505855&cacheid=D1C360BEAF9580A596501DA592114A9F&mode=splus&base=MLAW&n=200206&rnd=D184F8BD244D13CAE55E08BCAA99F1DF#75a9fs5xlro> (дата обращения 2020-02-15).



## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*Грибакина М.В.\* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: ma.gr5@yandex.ru)*

*Бужин А.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), e-mail: 79262115243@ya.ru)*

**Аннотация:** На сегодняшний день очевидна необходимость проведения природоохранной деятельности крупными промышленными предприятиями, корпорациями и транспортными компаниями, с целью сохранения природных ресурсов для будущих поколений. В статье рассмотрены шаги ОАО «РЖД» к достижению целей устойчивого развития и в нескольких других странах с хорошо развитой железнодорожной сетью.

**Ключевые слова:** Устойчивое развитие, природоохранная деятельность, железнодорожный транспорт, окружающая среда

Достижение баланса между окружающей средой, обществом и экономикой считается необходимым условием для удовлетворения существующих потребностей без создания рисков для будущих поколений удовлетворять свои потребности. Устойчивое развитие как цель достигается за счет баланса между тремя составляющими устойчивости.

Ожидания общества в отношении устойчивого развития, прозрачности и подотчетности развивались наряду с ужесточением законодательства, растущим воздействием загрязнений на окружающую среду, неэффективным использованием ресурсов, неправильным управлением отходами, климатическими изменениями, деградацией экосистем и потерей биологического разнообразия.

Это побудило организации к применению системного подхода к экологическому менеджменту посредством внедрения систем экологического менеджмента с целью содействия экологической составляющей устойчивости. [1]

ОАО «РЖД» не стала исключением, стратегическими приоритетами деятельности в области устойчивого развития является достижение целей устойчивого развития ООН. Цели устойчивого развития ООН направлены на принятие мер, позволяющих обеспечить оптимальное использование ограниченных ресурсов, применение природосберегающих и энергосберегающих технологий, поддержание стабильности социальных и культурных систем, обеспечить целостность биологических и физических природных систем.

Приверженность ОАО «РЖД» 17 целям ООН в области устойчивого развития раскрывается в аспектах экономической устойчивости, экологической безопасности и социальной стабильности.

Железнодорожный транспорт признан в мире одним из наиболее экологичным видов транспорта, энергетическая эффективность железнодорожного транспорта в 2–3 раза выше автомобильного, как в грузовых, так и в пассажирских перевозках. Доля ОАО «РЖД» в загрязнении окружающей среды России составляет менее 1%. Вместе с тем руководство Компании считает необходимым принимать активное участие в решении задач по минимизации негативного воздействия на окружающую среду [2]. К слову, в Германии с 1 января 2020 года были снижены цены на билеты железнодорожного транспорта с целью стимулирования поездок в поездах, как наиболее экологичном виде транспорта. При этом сборы с авиапассажиров будут постоянно повышаться.

В данной работе будут рассмотрены аспекты нескольких целей устойчивого развития, относящиеся непосредственно к природоохранной деятельности и энергоэффективности.

Снижение воздействия на окружающую среду достигнуто за счет следующих важнейших направлений в деятельности ОАО «РЖД»:



- внедрение инновационных технологий, обеспечивающих охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов, повышение использования и обезвреживания отходов производства, снижение выбросов парниковых газов, шумового воздействия;
- совершенствование системы управления природоохранной деятельностью;
- обеспечение экомониторинга за воздействием на окружающую среду. [3]

В ОАО «РЖД» утверждены Концепция природоохранной деятельности, Политика в области охраны окружающей среды, стандартизированные требования к системе управления природоохранной деятельностью в ОАО «РЖД», установлены стратегические ориентиры на сокращение энергоемкости услуг и негативной нагрузки на окружающую среду. Программы Компании направлены на формирование «зеленой» экономики, базирующейся на энергосбережении, внедрении экологических технологий, возобновляемых и альтернативных источников энергии, комплексных решений по вовлечению отходов в производственный процесс.

В 2018 году по сравнению с 2017 годом филиалами компании было достигнуто:

- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников на 3,4 тыс. тонн (5,5%);
- снижение сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на 0,616 млн. м<sup>3</sup> (9,6%);
- увеличение доли вовлечения отходов производства в хозяйственный оборот на 3,2%. [2]

В Германии на 2018 год удельные выбросы парниковых газов по сравнению с 2006 годом сократились на 33,2 %. [4]

В 2017 году в подразделениях Компании было реализовано более 13,5 тыс. мероприятий Программы энергосбережения. [5] Общий объем экономии топливно-энергетических ресурсов в России на железнодорожном транспорте в 2018 году превысил плановый показатель на 47,1% и составил 4741 ТДж, что является лучшим результатом энергосберегающей деятельности ОАО «РЖД» с 2010 года. Благодаря программе было сэкономлено 142,9 млн рублей. К одному из приоритетных направлений по снижению потребления дизельного топлива в компании можно отнести комплексный проект по переводу котельных, работающих на дизельном топливе, на альтернативные источники энергии. В 2018 году было реализовано 17 таких проектов и до конца 2021 года планируется перевести с дизельного топлива на альтернативные источники энергии еще 18 котельных. [2]

Доля возобновляемых источников энергии в смеси тяговых токов Немецких железных дорог в 2018 году составила 57,2%, а доля чёрного угля составляет 18,7 %. Удельное конечное энергопотребление на железнодорожном транспорте в 2018 по сравнению с 2017 годом уменьшилось на 0,9% и в сравнении с 2006 годом уменьшилось уже на 29,4%. [4]

Железные дороги Индии также ставят перед собой цели по снижению интенсивности выбросов на 33% до 2029-30 гг. по сравнению с 2004-05 гг. Индия нацелена на повышение доли железных дорог в общей наземной грузовой перевозке с нынешних 36% до 45% к 2030 году. Увеличить долю возобновляемой энергии в ее энергетической структуре. Реализуется программа повышения энергоэффективности как дизельного, так и электрического тяги, тем самым способствуя сокращению выбросов парниковых газов. [6]

Грузовые железные дороги США также демонстрируют положительную тенденцию использования железнодорожного транспорта. В 2018 году они переместили тонну груза затратив один галлон топлива средним на 473 мили - с 235 миль в 1980 году, 332 миль в 1990 году и 396 в 2000 году. Благодаря использованию грузового железнодорожного транспорта вместо грузовых автомобилей, США удаётся сократить выбросы парниковых газов на 75 процентов за счёт меньшего использования топлива.



Грузовые железные дороги составили всего 0,6 процента от общих выбросов парниковых газов в США в 2017 году, по данным Агентства по охране окружающей среды США (EPA), и всего 2,0 процента от выбросов парниковых газов, связанных с транспортировкой. [7]

Таким образом можно сделать вывод, что природоохранная деятельность прогрессирует по всему миру и необходимо продолжать движение в направлении уменьшения наносимого вреда нашей планете, обмениваться опытом с другими развитыми странами, перенимать лучшие достижения и технологии.

#### **Литература**

1. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА»
2. Корпоративный социальный отчет ОАО «РЖД» за 2018 год [https://www.rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col\\_id=121&id=90041](https://www.rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col_id=121&id=90041)
3. Сайт ОАО «РЖД». Дата посещения 25.20.2020 [http://www.rzd.ru/static/public/ru/json?STRUCTURE\\_ID=5085](http://www.rzd.ru/static/public/ru/json?STRUCTURE_ID=5085)
4. Deutsche Bahn 2018 Integrated Report «On track towards a better railway» стр. 90, стр. 88 [https://ib.deutschebahn.com/ib2018/fileadmin/PDF/IB18\\_e\\_web.pdf](https://ib.deutschebahn.com/ib2018/fileadmin/PDF/IB18_e_web.pdf)
5. Корпоративный социальный отчет ОАО «РЖД» за 2017 год [https://www.rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col\\_id=121&id=86890](https://www.rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col_id=121&id=86890)
6. Indian railways a Sustainable Mass Transportation System. Environmental Sustainability Annual report 2018-19 стр. 3 [http://www.indianrailways.gov.in/railwayboard/uploads/directorate/Environment\\_Management/Circulars/Enrolment\\_Sustainability\\_2018\\_19\\_R.pdf](http://www.indianrailways.gov.in/railwayboard/uploads/directorate/Environment_Management/Circulars/Enrolment_Sustainability_2018_19_R.pdf)
7. “The Environmental Benefits” Association of American Railroads стр. 1 <https://www.aar.org/wp-content/uploads/2018/07/AAR-Environmental-Benefits-Movig-Freight-by-Rail.pdf>

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ БУРЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ФАУНУ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)**



*Маркова Д. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Dasha\_96\_@mail.ru),  
Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru)*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается изучение воздействия на фауну арктических морей (на примере «Поисково-оценочной скважины «Центрально-Ольгинская № 1ПО» на Хатангском участке недр») при бурении скважин для геологоразведочного изучения, разведки и добычи углеводородного сырья.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, фауна арктических морей, бурение геологоразведочных скважин, антропогенное воздействие.

На сегодняшний день одной из актуальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды в районах нефтегазодобычи. Рост антропогенной нагрузки при освоении месторождений нефти и газа приводит к изменению химических и физико-химических свойств почвы, нарушению гидрологического режима территорий, обеднению и изменению видового состава, структуры и продуктивности экосистем, а также к сокращению пространственного размещения и численности популяций животных, что негативно отражается на процессах сохранения и естественного возобновления природных ресурсов. Потеря биологического разнообразия представляет в настоящее время реальную экологическую угрозу.

Животный мир необходимо рассматривать как функциональную часть биосферы, где каждая группа животных выполняет свою определенную роль в жизни биосферы. Ареал воздействия на животный мир всегда шире, чем площадь, непосредственно занимаемая объектом, поскольку жизнедеятельность животных нарушается, помимо всего прочего, так называемым "фактором беспокойства", включающим шум строительства и транспорта, появление незнакомых и необычных предметов, ночное освещение и т. д.

Целью данной работы является изучение воздействия на фауну арктических морей (на примере «Поисково-оценочной скважины «Центрально-Ольгинская № 1ПО» на Хатангском участке недр») при бурении скважин для геологоразведочного изучения, разведки и добычи углеводородного сырья.

В работе рассмотрены методы бурения поисково-оценочных скважин, условия и состояние окружающей среды объекта исследования. Проанализирована методология оценки влияния на природную среду и на конкретном примере получены следующие результаты исследования:

Основное воздействие на животный мир суши и орнитофауну будет оказано на этапе подготовительных работ, при строительстве площадок (буровая, площадка разгрузки, складирования МТР автодорога).

Основными видами воздействия на подготовительном этапе являются:

- возможная гибель мелких животных при строительстве площадок и автодороги,
- беспокойство, потеря части обустроенных местообитаний (53,2 га),
- потенциально возможные случаи гибели животных в результате расчистки территории, случайных столкновений с автотранспортом,
- перемещение животных и птиц на смежные территории.
- беспокойство, связанное с работой техники, оборудования и присутствием персонала,





- световое воздействие (ослепляющее воздействие прожекторов, переносного освещения, световых табло и охранного освещения на птиц в темное время суток).

На всех остальных этапах основными видами воздействия будут беспокойство и световое воздействие на орнитофауну. Также, на всех этапах работ, возможен такой вид воздействия как domestикация диких животных (привлечение животных пищевыми отходами, прикармливание).

Воздействие на водные биологические ресурсы будет связано со следующими видами работ:

- снижение рыбопродукции в водных объектах в результате изменения стока при строительстве площадок и временной автодороги (нарушение стока на площади землеотвода, за исключением площади автозимника);
- гибель зообентосных организмов при строительстве и демонтаже морского водозаборного сооружения;
- гибель планктонных организмов в объеме забираемой морской и пресной воды на технологические нужды;
- подводный и воздушный шум от авиасредств и плавсредств при доставке и вывозе персонала, оборудования и материалов;
- физическое присутствие на акватории плавсредств.

Суммарный непредотвращаемый косвенный ущерб водной биоте (потеря кормовой базы) в натуральном выражении составит 30,441 кг.

Таким образом, при оценке последствий воздействия на животный мир гораздо более значимы косвенные причины негативных последствий: сокращение экологических ниш, запасов кормов, нарушение трофических цепей, загрязнение водоемов и многое другое. Часто негативные последствия для животного мира в результате косвенного воздействия значительно шире, чем от прямого. При оценке воздействий необходимо опираться на систематическую, пространственную и экологическую структуру животного мира, устанавливая взаимозависимости между этими тремя аспектами анализа и выявляя возможные негативные последствия их нарушения.

## Литература

1. Ильин Г.В. и др. Геоэкологическое состояние среды морей российского сектора арктики в условиях современных техногенных нагрузок / Г.В. Ильин, И.С. Усягина, Н.Е. Касаткина // Вестник Кольского научного центра РАН. — 2015, №2.
2. Методологические аспекты оценки воздействия на природную среду [Электронный ресурс] – URL:<https://www.unep.org/> (дата обращения 08.06.19)
3. Проектная документация «Поисковооценочная скважина «Центральноольгинска №1ПО» на Хатангском участке недр. Корректировка»

## ОСВОЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА



*Маркова Д. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Dasha\_96\_@mail.ru),  
Хлебосолова О. А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru)*

**Аннотация:** Данная статья посвящена анализу современных геоэкологических проблем, связанных с освоением топливно-энергетических и минеральных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, а так же дана их комплексная оценка.

**Ключевые слова:** геоэкологические проблемы, Арктическая зона РФ, топливно-энергетические и минеральные ресурсы.

Арктическая зона Российской Федерации сегодня и в ближайшей перспективе останется сырьевой базой страны, которая дает около 2/3 валютных поступлений в бюджет. Вместе с тем, это регион повышенной экологической опасности: разведка, добыча и транспортировка минеральных и энергетических ресурсов в условиях Арктики сопряжена не только с сопутствующим добыче загрязнением территории, но и периодическими авариями (такими как разливы нефти и т.д.). Дополнительные проблемы связаны с большой скоростью таяния полярных льдов, которое ведет к повышению уровня Мирового океана: по прогнозам в ближайшие три десятилетия он может повыситься на 6 – 60 м (при этом в Арктике темпы потепления в 2-2,5 раза выше, чем в иных областях Земли)

Следовательно, для этого региона особенно важно проведение разнообразных экологических исследований и обобщение их результатов для изучения фактической ситуации. Это позволит проанализировать используемые в мировой практике «зеленые» технологии и другие подходы, сокращающие риски и минимизирующие ущерб при разведке, добыче и транспортировке минеральных и энергетических ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, а в дальнейшем определить незамедлительные меры по оздоровлению ситуации. Сказанное отражает актуальность данного исследования и позволяет сформулировать его объект, предмет и цель.

Целью данной работы является провести анализ современных геоэкологических проблем, связанных с освоением топливно-энергетических и минеральных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, и дать их комплексную оценку.

В работе рассмотрены сложившиеся в настоящее время в подходы к определению границ Арктической зоны Российской Федерации; обобщены и систематизированы данные о природно-ресурсном потенциале акватории и суши в пределах АЗРФ, включая запасы углеводородного и минерального сырья; выявлен спектр геоэкологических проблем, связанных с разведкой, добычей и использованием топливно-энергетических и минеральных ресурсов АЗРФ; систематизированы опасности и риски, а также выявлены меры по защите арктических экосистем, принимаемые международным сообществом и Российской Федерацией.

В качестве методологической основы в работе использован системный анализ, предусматривающий комплексный и объективный характер рассмотрения результатов исследований, опубликованных в статьях и монографиях.

Проанализировав и изучив информацию по данной работе, посвященной анализу современных геоэкологических проблем, связанных с освоением топливно-энергетических и минеральных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, получены следующие результаты исследования:



1. Российской Федерации принадлежит значительная доля арктического региона. Сухопутная граница Арктической зоны Российской Федерации проводится по 8 субъектам РФ (Мурманская область, Семь МО Архангельской области, Ненецкий автономный округ, ГО «Воркута» Республики Коми, Ямало-Ненецкий автономный округ, ГО Норильск, Таймыр и Туруханский район Красноярского края, Пять улусов (районов) Республики Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане указанные в постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 года и других актах СССР).

АЗРФ располагает огромными запасами самых углеводородного и минерального сырья. Здесь разведаны и активно эксплуатируются: нефтегазоносные бассейны, месторождения медно-никелевых руд, олова, платиноидов, агрохимических руд, редких металлов и редкоземельных элементов, крупные запасы золота, алмазов, вольфрама, ртути, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней

Вместе с тем, только часть разведенных месторождений используется из-за технологического отставания ресурсодобывающей отрасли РФ. В обозримом будущем следует ожидать увеличения объемов добычи ресурсов, что неминуемо приведет к ухудшению экологической ситуации в регионе.

2. Деятельность по добыче и транспортировке минеральных и энергетических ресурсов сопряжена со значительным количеством негативных факторов, воздействующим на арктические экосистемы. Изучение современной экологической ситуации в Арктической зоне Российской Федерации показывает, что в наибольшей мере они связаны с нефтегазовой сферой.

В ходе исследования были выделены основные геоэкологические проблемы региона,

к которым относятся:

- загрязнение атмосферы диоксидом и оксидом серы, азота, углеводородами, оксидами углерода;
- шумовое загрязнение (работа нефтяных платформ, транспорт и т.д.);
- загрязнение жидкими и твердыми отходами, тяжелыми Me и иными токсикантами;
- загрязнение и отчуждение территории, сброс пластовых вод, периодические разливы нефти; изменение климата (сокращение ледяного покрова);
- сокращение биоразнообразия (разрушение естественной среды обитания, промысел, последствие добычи ресурсов);
- радиоактивное загрязнение (от атомных ледоколов и т.д.);
- закисление почв;
- возрастание сейсмологической опасности арктических регионов из-за проседания почв, вызванного бурением скважин.

3. Анализ опасностей и рисков, возникающих при освоении топливно-энергетических и минеральных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, позволяет объединить их в несколько групп:

Природно-естественные, геологические, технические, транспортные, экологические, социальные, политические, коммерческие риски, процессы и явления в геологической среде.

Каждая из этих групп характеризуется особым спектром воздействия и требует специального рассмотрения.

4. В настоящее время предпринимаются определенные меры (российские и международные) по снижению негативного экологического воздействия на экосистемы Арктики.

К наиболее перспективным из них следует отнести: предложения по защите автохтонных сообществ, меры по совершенствованию технологической инфраструктуры



(что позволяет избежать техногенных аварий), прогнозирование возможного экологического ущерба и разработка превентивных мероприятий по его сокращению, организация и поддержка сети ООПТ, совершенствование законодательства, улучшение систем мониторинга, защита арктических экосистем на международном уровне, а также выработке новых мер экологической безопасности.

### **Литература**

1. Коваленко Ю. А. Влияние добычи углеводородных энергетических ресурсов на экологию арктической зоны РФ // Новая наука: Опыт, традиции, инновации, 2017.
2. Смиреникова Е.В., Уханова А.В., Воронина Л.В. Оценка состояния окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в российской Арктике // Управленческое консультирование № 9, 2018.
3. Танашева Е.А. Состояние, проблемы и перспективы освоения арктического шельфа // Научно-практический электронный журнал «Аллея науки». – URL: <https://alley-science.ru>



## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ КРУПНЫХ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Береснев В.А. \* (МГРИ-РГГРУ, vlaberes@mail.ru),  
Цымбал М.Н. (МГРИ-РГГРУ, cimbal\_mar@mail.ru)*

**Аннотация** В целях комплексного освоения и развития территорий Российской Федерации проводится совершенствование национальной сети автомобильных дорог. На этапе разработки документов территориального планирования необходимо определять распределение не только видов застройки по территории, но и давать предложения по развитию транспортной инфраструктуры. Расширение автодорожной сети неизбежно приводит к разделению, фрагментации естественных ландшафтов, ареалов обитания диких животных, которым всё чаще приходится пересекать транспортные пути в ходе естественных миграций и обычной жизнедеятельности. Возрастание нагрузки на экосистемы, в которых обитают животные, часто приводит к негативным последствиям, связанным со столкновением диких животных и автотранспорта, что вызывает ранение или гибель животного и травмы, а в отдельных случаях и гибель человека (или группы людей – пассажиров автотранспортного средства). На анализе дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных предложен ряд мероприятий по их снижению.

**Ключевые слова** автодорога, дорожно-транспортное происшествие, крупное животное, лось, кабан, косуля, экодук, биопереход, ограждение,

В дорожно-транспортном происшествии с участием крупных диких животных следует рассматривать два участника конфликтного события: первый – это система «оператор транспортного средства (водитель) – транспортное средство – пассажиры»; второй – это дикое животное.

Каждая из сторон обладает рядом значимых признаков:

а) скорость и траектория движения ТС, тип, габаритные размеры и масса ТС, высота посадки водителя, иные конструктивные признаки, индивидуальные признаки оператора (утомление, скорость реакции, скорость принятия решения и т.п.);

б) скорость и траектория движения животного, параметры центра массы тела (например, у лося центр массы приподнят на уровень лобового стекла легкового автомобиля, что создает большую опасность по сравнению с кабаном или косулей первых лет жизни), морфометрические параметры тела животного, индивидуальные поведенческие признаки.

При детальном рассмотрении набор этих признаков формирует матрицу факторов, которая может описать и объяснить исход, результат такого ДТП: степень тяжести полученного вреда здоровью водителя и пассажиров или летальный исход, степень повреждения транспортного средства, степень тяжести травм животного или летальный исход.

Дополнительно влияют внешние факторы: время суток, погодные условия, состояние дорожного покрытия и примыкающей территории, расстояние от обочины до лесополосы или лесного массива («последняя миля до точки конфликта»), высота уровня дороги, окружающий ландшафт.

Схематически конфликтное явление «ДТП с участием дикого животного» происходит в момент одновременного пересечения этих условных потоков на одном уровне. Следовательно, для его исключения необходимо либо развести эти потоки по





разным уровням (биопереходы над или под дорогой), либо повлиять на его параметры, в частности снизить скорость потоков.

Пензенская область расположена на западном склоне Приволжской возвышенности, в пределах умеренного географического пояса, на границе лесной и степной зон. Климат региона умеренно-континентальный. Территория имеет равнинный, слегка всхолмленный рельеф, расчлененный густой сетью балок и оврагов, сложный и многообразный ландшафт, сравнительно развитую речную сеть, наблюдается большое разнообразие почв, животного и растительного мира. Природно-географические условия влияют и на распространение, видовой состав животного мира исследуемых территорий. Динамика численности крупных диких животных, рассматриваемых как участников ДТП, за последнее пятилетие положительна. Их миграционные пути имеют преимущественно меридиональное направление, часто на пересечениях с автодорогами образуют «конфликтные точки» (см. рис. 1).



**Рисунок 1.** Пространственное распределение зафиксированных ДТП с участием крупных диких животных на территории Пензенской области за 2016-2019 гг.

На примере исследуемой территории выявлен ряд недостатков по первичному учету данных, на основе которых предложен перечень мероприятий по снижению ДТП с животными.

На основании сбора и анализа данных было установлено: более 82% случаев ДТП с участием крупных диких животных происходят в темное время суток (ночь и сумерки), более 85% случаев - на участках дорог с более высокой разрешенной скоростью (выше 60 км/ч); более 70% случаев - на автодорогах регионального и федерального значения. В два и более раза чаще в ДТП попадают самцы (по всем рассматриваемым видам животных), из всех видов наиболее чаще фигурируют лось (более 50% всех случаев), а совместно с козулями - 75-95%. В течение календарного года отмечены 2 всплеска случаев: апрель-июнь и август-октябрь.

По результатам статистического и графического анализа данных предложены следующие мероприятия:



- организационные (внедрение расширенной версии акта гибели животных для расширения эмпирических данных при первичном сборе, хранение и обработка данных в электронных таблицах, отображение сведений в геоинформационных системах, сбор данных об ареалах распространения популяций и маршрутах их миграций);

- информационные (предсезонное оповещение через СМИ, социальные сети; разъяснительная и воспитательная работа с привлечением некоммерческого сектора);

- прикладные (выявление точек концентрации ДТП на конкретных участках, совместно с эксплуатантами автодорог установка информационных аншлагов и дорожных знаков, указателей, катафотов (отражают в темное время суток свет приближающейся машины и отпугивают животных), установка ограждений (в том числе путем посадки плотных кустарников) или строительство сооружений для беспрепятственного перехода дикими животными автодорог).

Цели снижение и исключение ДТП с участием диких животных могут послужить целый ряд природоохранных мероприятий.

А) по влиянию на параметры «одного уровня»:

а.1) побуждение снижения скорости транспортного средства (дорожные знаки, информационные растяжки, информационные щиты, информационные модели силуэта животного с имитацией движения светоотражающими элементами, дорожная гребенка, туристические достопримечательности, освещение,

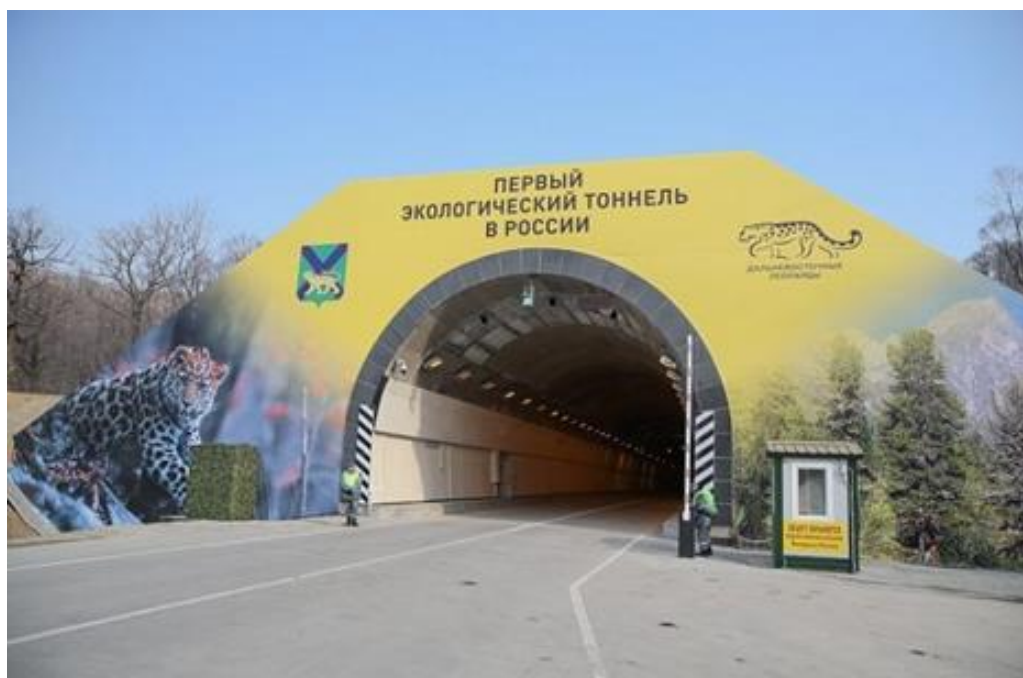
а.2) побуждение снижения скорости дикого животного – полоса препятствий, отпугивание, усложнение рельефа.

Б) по разделению потоков:

строительство переходов под дорогой, над дорогой (см. рис. 2), ограждения, отпугивание.

По стоимости реализации мероприятия разделения потоков наиболее дорогие, так как связаны с капитальным строительством крупных сооружений (экодуков) мостового и тоннельного типов, реализацией мероприятий «мягкого внедрения» их в окружающий природный ландшафт (большой объем земляных работ, сложное планирование грунта, засев трав и посадка деревьев, организация мелких водоемов). Кроме того, дополнительные мероприятия необходимы на адаптационный период (период привыкания фауны к новому элементу изменения привычной среды) и в период эксплуатации. Однако с точки зрения сохранения природной среды и компенсации того вреда, который наносит фрагментация естественных ареалов транспортными магистралями, эти мероприятия наиболее оптимальны. Решение баланса «стоимость-необходимость» является наиболее сложной организационной задачей, впрочем, в природоохранной деятельности она возникает регулярно.

Расширению затратных природоохранных мероприятий в разрезе рассматриваемой темы более всего будет способствовать регламентирующая, обязывающая нормативно-правовая и нормативно-техническая база. Необходимость охраны и защиты окружающей природы в общем и животного мира в частности обеспечивает ФЗ №7 от 10.01.2002, ФЗ №52 от 24.04.1995, применительно к транспортным магистралям – Постановление Правительства РФ №997 от 13.08.1996, ТР ТС 014/2011.



*Рисунок 2. Первый в Российской Федерации экодук тоннельного типа в парке «Земля Леопарда» (Приморский край, 2016 г.)*

#### Выводы.

Автотранспорт оказывает влияние на популяцию животных, не только как фактор загрязнения, но и как фактор травматизма и гибели животных (иногда и человека). Рекомендации по предупреждению гибели животных на автомобильных дорогах основаны как на анализе существующих мероприятий, так и на поведенческих особенностях животных, связанных с их суточным и сезонным перемещением. Необходимость расширения комплекса мероприятий по снижению ДТП с участием диких животных продиктована идеями защиты животного мира, сохранения биоразнообразия, усилением биоцентрического подхода, пришедшего на смену антропоцентрической парадигмы.

#### Литература

1. Федеральный закон от 10 января 2002 года №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 24.04.1995 N 52-ФЗ (ред. от 25.12.2018) "О животном мире"
3. Постановление Правительства РФ от 13.08.1996 N 997 (ред. от 13.03.2008) "Об утверждении Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи"
4. СТО АВТОДОР 7.4-2016 «Требования к экодугам на автомобильных дорогах государственной компании «Автодор»
5. ТР ТС 014/2011. Технический регламент Таможенного союза. Безопасность автомобильных дорог".
6. ОДМ 218.6.023-2017 "Методические рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения на участках пересечения автомобильными дорогами путей миграции животных" (введен в действие Распоряжением Росавтодора от 31.08.2017 N 2363-р).



7. Приказ Минприроды России от 08.12.2011 N 948 (ред. от 17.11.2017) "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам".
8. Проект СП «Биопереходы на объектах транспортной инфраструктуры. Правила проектирования».
9. Проект (первая редакция) ГОСТ Р. Дороги автомобильные общего пользования. Экодуки. Требования к размещению и обустройству
10. Ирхина Е.С. Совершенствование системы природоохранных мероприятий на путях миграции лосей (на примере Ленинградской области). Выпускная квалификационная работа магистра. Санкт-Петербургский Государственный университет, СПб, 2017 [Электронный ресурс] – <https://nauchkor.ru/uploads/documents/5a6f882e7966e12684eea245.pdf>
11. Каждые четыре дня в авариях погибают лоси. [Электронный ресурс]. – <https://www.pskov.kp.ru/daily/25805.4/2785046/>
12. Хузиахметова К.Р. Влияние строительства и эксплуатации дорог на окружающую среду // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 12(59). URL: [https://sibac.info/archive/technic/12\(59\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/12(59).pdf)



## **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ АО ПО «СЕВМАШ» г. Северодвинск, Архангельская область**

*Васекина Д.А.\* (МГРИ, vasekinad@mail.ru)*

### **Аннотация**

Проблема размещения промышленных отходов в последние годы стала одной из самых актуальных проблем в области охраны окружающей среды. Это обусловлено быстрым темпом образования отходов производства. В данной работе представлен анализ условий размещения промышленных отходов производства, с целью расширения их площадок.

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, промышленные отходы, негативное воздействие на окружающую среду, загрязнение окружающей среды.

В современных городах активно совершенствуется вся инфраструктура по жизнеобеспечению населения, поэтому актуальным становится изучение вопросов, связанных с образованием большого количества отходов, их сбором, временным хранением, а также условиями их размещения, анализ которых в данной работе производился на примере АО ПО «СЕВМАШ» г. Северодвинска, Архангельской области.

Выбор показателей, по которым проводится мониторинг обусловлен спецификой компонентного состава отходов, то есть привязан к компонентам, входящим в состав хранящихся промышленных отходов.

### **1. Почва**

Пробные площадки заложены на участках с однородным почвенным и растительным покровом.

Решение о расположении мест отбора проб почв (пробных площадок) принято с учетом направлений преобладающих ветров. Согласно климатической характеристике - в холодный период повторяемость ветров южного и юго-западного направлений, в теплый период года увеличивается повторяемость ветров северного и северо-западного направлений.

Частота отбора проб почв для химического анализа - не менее одного раза в год. Характер отбираемых проб – объединенный.

### **2. Поверхностные, подземные воды**

На объекте 2 скважины по периметру участка были выбраны выше площадки, а 2 скважины были выбраны ниже площадки по потоку грунтовых вод. Также производится отбор проб воды из дренажной канавы площадки.

### **3. Радиационная обстановка**

Радиационный контроль на объектах размещения отходов предусматривает измерение мощности дозы гамма-излучения, контроль уровня радиоактивного загрязнения поверхности, определение суммарной активности и содержания отдельных радионуклидов.

### **Результаты оценки и динамики изменений окружающей среды под воздействием объекта размещения отходов:**

1. По результатам химического анализа проб почвы в санитарно-защитной зоне исследуемого объекта выявлены превышения установленных нормативов по содержанию подвижных форм цинка, меди, валовых форм цинка, свинца.





2. По данным химических анализов вод выявлены превышения нормативов по железу, ХПК, марганцу.

В подземных водах установлены превышения ПДК по железу, и разово по ХПК, марганцу, натрию, марганцу.

В пробах воды из дренажной канавы превышены концентрации элементов: железа, ХПК, разовые превышения фтора.

Состав воды в пробах, отобранных в створах ручья Кислого и ручья Взводного выше накопителя, характеризует фоновые показатели состава воды этих водотоков. При сопоставлении фоновых значений показателей с показателями воды в пробах, отобранных в ручье Кислом ниже объекта размещения, выявлены разовые повышения концентраций по железу (с мая по июль), меди, никелю (май, июль), цинку (июнь, июль), нефтепродуктам (август), ХПК (август), хлоридам (май, июль).

В пробах воды, отобранных в ручье Взводном ниже объекта размещения, в сравнении с фоновыми значениями выявлены незначительные повышения концентраций по железу (май, август-октябрь), ХПК (июнь, сентябрь, октябрь), нефтепродуктам (август-октябрь), фтору. Фоновые показатели превышают ПДК по железу, ХПК, хлоридам.

В пробах воды из третьей скважины зафиксированы превышения концентраций железа, ХПК, натрия.

Результаты анализа воды из скважины №4 показали превышения по железу в течение всего наблюдаемого периода, разовые превышения ХПК (июль, август, октябрь), формальдегиду (май), натрия (август).

В пробах воды из дренажной канавы превышены концентрации железа, ХПК, марганца.

3. По данным производственного радиационного контроля мощность дозы гамма-излучения на всех исследуемых объектах размещения отходов составила 0,05-0,12 мкЗв/ч, что ниже величин, установленных «Контрольными уровнями воздействия радиационных факторов на территории, акватории и помещениях АО «ПО «Севмаш», где не проводятся работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения».

В связи со значительными превышениями показателей исследований, были сделаны следующие выводы:

- необходимость расширения существующей площадки размещения промышленных отходов;
- промежуточная изоляция малоопасных и практически неопасных промышленных отходов грунтом;
- обращение с фильтрационными водами, заключающееся в их отводе с помощью дренажной системы, сборе, очистке с последующим сбросом или использованием;

Целью необходимости реконструкции площадки является обеспечение экологически безопасного обращения с промышленными отходами АО «ПО «Севмаш» и поддержание допустимого уровня воздействия на окружающую среду.

#### **Литература:**

1. Лебедева С.В. Наводнения в устье Северной Двины и их моделирование / С.В. Лебедева, А.М. Алабян, И.Н. Крыленко, Т. А. Федорова;
2. Исаченко, А.Г. Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР / А.Г. Исаченко, З.В. Дашкевич, Е.В. Карнаухова. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965. – 248 с.: карт.;



3. Атлас Архангельской области: атлас / Гл. упр. геодезии и картографии; [Редкол.: А.Г. Исаченко (гл. ред.) и др.; Отв. ред. Н.А. Моргунова; Текст сост. А.Г. Исаченко]. – М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1976. – 72 с.: карты.



## О ДЕФОРМАЦИЯХ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ В Г. КИСЛОВОДСКЕ

*Галай М.В. (г. Ставрополь, ООО «ГРУНТ», MVGalay@yandex.ru )*

**Аннотация.** Рассмотрены аварийные деформации памятников архитектуры федерального значения г. Кисловодска, построенных на специфических грунтах и на территории с высокой сейсмичностью (до 9 баллов). При оценке состояния и восстановлении памятников архитектуры рекомендуется больше внимания уделять специфическим грунтам.

**Ключевые слова.** Памятники архитектуры, аварийные деформации зданий и сооружений, специфические грунты, опасные геологические процессы, противодеформационные мероприятия.

Кисловодск является единственным городом-курортом в России, благоприятным для круглогодичного лечения. Среди других городов КМВ он занимает ведущее место по количеству здравниц и благоприятному климату, является историческим городом России.

Строительство и эксплуатацию зданий и сооружений в г. Кисловодске осложняют занимающие 90% площади территории города специфические грунты:

- 1) просадочные лёссовидные супеси и суглинки (47 %) мощностью до 20 м;
- 2) нижнемеловые размягчаемые глинистые песчаники мощностью до десятков метров, которые при обводнении теряют прочность и превращаются в слабые грунты.

Основное строительство высотных (более 10 этажей) зданий ведется на территории распространения лёссовых грунтов, которая привлекает ровным рельефом. Из-за просадочности грунтов (I и II типа) некоторые жилые дома, в том числе построенные на сваях, испытали предаварийные деформации (ул. Пушкина, 95; Железнодорожная, 58; Куйбышева, 57; Цандера, 8; Еськова, 8 и др.). Обнаружены трещины в зданиях санаториев «Каскад», «Кавказ», «Красные Камни», «им. С. Орджоникидзе», «Радуга», «Луч», «Эльбрус» и др., учебном корпусе СКФУ, зданиях Центрального Банка, Лаборатории сейсмического мониторинга, Геофизической службы РАН, Высокогорной станции.

Основное внимание автор уделила памятникам архитектуры федерального значения.

**Дача Ф.И. Шаляпина** построена в 1902 году в стиле «модерн» (рис. 1). Здание деревянное, двухэтажное, с подвалом, возведено на высоком цоколе из песчаника. Конструктивный остов здания выполнен из деревянных брусьев. Потолки расписаны фресками Константина Коровина, а камин выложен по проекту Николая Рериха.



*Рисунок 1. Общий вид Дачи Ф.И. Шаляпина и деформации*

Фундаменты ленточные, бутовые, из крепкого песчаника на известковом растворе.



Первые деформации обнаружили в 1983 году, но им не придали значения. Ремонт провели по архитектурному проекту. В 1995 году в блоке питания произошла просадка пола на 20 см. В несущих стенах появились трещины с раскрытием до 5 мм. Произошел отрыв 8-10 мм между перекрытием цокольного этажа и цокольной стеной здания.

Одновременно с деформациями корпуса произошли деформации подпорной стенки.

По данным ООО «ГРУНТ» в основании фундаментов распространены: просадочный лёссовидный суглинок (до 2,6 м), замоченный лёссовидный суглинок (до 2,3 м) и глинистый песчаник мощностью десятки метров. Грунтовые воды находятся на глубине более 5 м.

Укрепление грунтов выполнили буроинъекционными сваями; фундаменты усилили обоймой. Но эти мероприятия не остановили деформации. ООО «ГРУНТ» предложил выполнить вертикальную противодиффузионную завесу из плотного ряда грунтовых свай, а фундаменты укрепить буронабивными ж/б сваями и ж/б ростверком. Такая технология по просьбе Правительства Москвы и по согласованию с Главгосэкспертизой РФ была применена при восстановлении аварийных зданий Буденновской больницы после террористического акта 1995 года [2] и аварийного дома в г. Ростове-на-Дону [1].

**Мемориальный комплекс «Музей-усадьба Н. А. Ярошенко»** был основан в 1959 году. Дом «Белая вилла» был построен по эскизам художника. В доме в разные годы гостили Менделеев, Толстой, Рахманинов, Шаляпин, Репин, Короленко, Станиславский, Куинджи и другие.

Усадьба расположена на поверхности надпойменной террасы, которая крутым (28-35°) и высоким (12-15 м) уступом обрывается к руслу р. Ольховка. В результате периодического замачивания лёссовых грунтов техногенными городскими водами на террасовом уступе развивается оползень суффозионного типа, угрожающий историческим зданиям, пешеходному спуску и противооползневым подпорным стенкам.

В зданиях усадьбы появились трещины шириной до 50 мм (рис.2).



*Рисунок 2. Общий вид музея Н.А. Ярошенко и трещины в его стенах*

**Нарзанная галерея и Главные нарзанские ванны**, расположенные в центре города, построены в 1903 году по проекту архитектора А.Н. Клепинина. Уникальную мозаику из керамической мастерской «Абрамцево» выполнил М.А. Врубель. В 1975 году провели реставрационные работы. В 2015 году в зданиях обнаружили трещины, связанные с просадочностью грунтов (рис. 3). Реставрационные работы выполнили без укрепления грунтов и фундаментов.



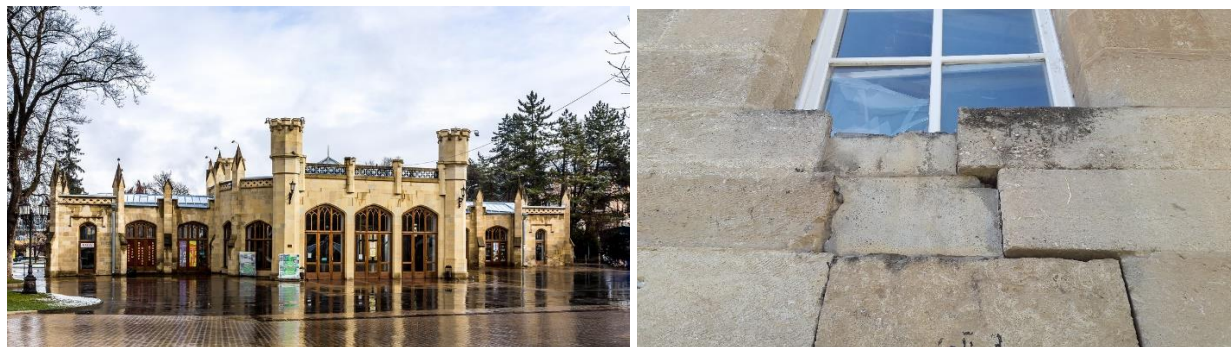


Рисунок 3. Нарзанские ванны и галерея с трещинами в стенах.

При реставрации и реконструкции памятников истории и архитектуры основное внимание реставраторы уделяют восстановлению внешнего вида исторических зданий, пренебрегая природными и техногенными факторами старения и разрушения этих объектов. На эту особенность выполнения дорогостоящих реставрационных работ обратил внимание Е.М. Пашкин [4].

Нормативные методы строительства на специфических грунтах в крае имеют ограниченное применение. Для укрепления просадочных и слабых грунтов в основании аварийных зданий рекомендуются т.н. «шнековые» сваи [3], согласованные с НИИ оснований Госстроя РФ и Главгосэкспертизой России. По просьбе Правительства Москвы этим методом были укреплены просадочные грунты при восстановлении всех аварийных зданий Буденновской больницы после террористического акта 1995 года, в том числе старинное здание Мамай-Маджарского монастыря [2].

#### Литература

1. Галай Б.Ф. Восстановление аварийного дома в г. Ростове-на-Дону по технологии СКФУ / Б.Ф. Галай, В.В. Сербин, О.Б. Галай и др. // Сборник научных статей по итогам международной научной конференции (31 января 2020 г.) Часть 1. – Казань, 2020. – С. 52-56.
2. Галай Б.Ф., Галай Б.Б., Галай О.Б. Восстановление аварийных зданий Буденновской больницы после террористического акта 1995 года: монография, Ставрополь: СКФУ, Ставропольсервисшкола. – 2018. – с. 172.
3. Галай Б.Ф., Сербин В.В., Галай О.Б. Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах. 3-е изд., доп. Ставрополь: СКФУ. – 2016. – 96 с.
4. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. М.: Высшая школа, 1998. – 225 с.





## ПРОСАДОЧНЫЕ ГРУНТЫ КАК ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР г. БУДЕННОВСКА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

*Галай О.Б. (ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,  
GalayOB@gmail.com)*

**Аннотация.** В работе рассмотрены самые просадочные лёссы России, осложнившие строительство уникальных объектов государственного значения и восстановление аварийных зданий. Для устранения просадочности этих грунтов применены новые эффективные методы (глубинные взрывы и шнековые сваи).

**Ключевые слова.** Просадочные лёссовые грунты, аварии зданий и сооружений, противопросадочные мероприятия.

На Северном Кавказе просадочные лёссовые грунты занимают 85 % площади, т.е. являются основным типом оснований для зданий и сооружений. В районе г. Буденновска их мощность достигает 100-120 м, а мощность просадочной толщи (до 55 м) превышает все известные в мире лёссовые разрезы [6; 7; 8], в т.ч. лёссы Китая с просадочной толщиной до 30 м [9].



**Рисунок 1.** а) Аварийные здания Молочного завода; б) Общежитие по ул. Л. Толстого, 16; в) Памятник архитектуры – Дом детского творчества и его деформации; г) Аварийные деформации зданий военного городка «Северный»

На лёссовых грунтах Буденновска возведены взрывоопасные объекты крупнейшего в России химического комплекса ООО «Ставролен» Лукойла, построены самые крупные на Юге России военный городок и элеватор, ведется массовое строительство жилых и общественных зданий. Здесь впервые в мировой практике были построены очистные сооружения на просадочных грунтах мощностью 50 м. Просадочные



лѣссы осложнили восстановление Буденновской больницы после террористического акта 1995 года [1].

В Буденновске опробованы практически все известные методы строительства на просадочных грунтах. В отличие от г. Волгодонска, где массовые деформации завода «Атоммаш», жилых домов и общественных зданий рассмотрены на Всесоюзной конференции [5] и в книге [1], удачный и неудачный опыт строительства на более просадочных грунтах г. Буденновска не получил известность в научной литературе.

Из-за просадочности грунтов многие здания и сооружения в Буденновске испытали аварийные деформации в процессе эксплуатации или в процессе строительства. Выведены из эксплуатации все корпуса элеватора, просевшие до 2,5 м и отклонившиеся от вертикали на 2,0 м. Главный корпус завода ЖБИ стал аварийным сразу после ввода в эксплуатацию. «Организованное» замачивание его основания (для спасения здания) привело к просадке фундаментов до 180 см и большим затратам на восстановление. Военный городок на 1000 семей военнослужащих испытал аварийные деформации в процессе строительства.

Расположенные в центре Буденновска здания, в том числе памятники архитектуры (РОВД, Дом детского творчества, два медучилища, три школы и др.), пострадавшие во время террористического налета в июне 1995 года, имеют многочисленные трещины и находятся в аварийном или предаварийном состоянии.

Критический анализ нормативов по строительству на просадочных грунтах показал ограниченность применения забивных и буронабивных свай из-за большой мощности просадочной толщи и большого негативного трения при просадке, отсутствия для их опирания несущего слоя и повышенной (до 8-ми баллов) сейсмичности территории.

«Нормативные» глубинные методы устранения просадочности (предстроительное замачивание котлованов, грунтовые сваи, силикатизация и обжиг) также не нашли применения в Буденновске из-за существенных недостатков.

Для уплотнения просадочных грунтов большой мощности (до 50 м) в Буденновске, впервые в мировой практике стали применять глубинные взрывы. Для выполнения взрывов на застроенных территориях кафедра «Строительство» СКФУ разработала единственное в России Пособие [2], согласованное с Госгортехнадзором РФ и ОАО «Кавказвзрывпром».

Проекты взрывных работ на объектах ООО «Ставролен» Лукойла были согласованы с Главгосэкспертизой России и дали экономический эффект более 1,0 млрд. рублей.

Эффективным глубинным методом устранения просадочности стали т.н. «шнековые» сваи (термин предложил проф. З.Г. Тер-Мартirosян). Эту технологию применяют при новом строительстве и при укреплении оснований аварийных зданий в соответствии с Рекомендациями [3], согласованными с НИИ оснований им. Н.М. Герсеванова и Главгосэкспертизой России.

По договору с Правительством Москвы шнековым способом были укреплены основания всех аварийных зданий Буденновской больницы после террористического акта 1995 года [1], многих аварийных домов, а также основания многих строящихся зданий и сооружений.

Шнековые сваи по справкам заказчиков и проектных организаций позволили сэкономить сотни миллионов рублей.

Для успешного применения новых методов строительства на просадочных лѣссовых грунтах большой мощности автор составил карту просадочных грунтов г. Буденновска, оценил эффективность применяемых противопросадочных мероприятий и разработал рекомендации по изысканиям, проектированию и строительству на этих грунтах. Выполненная работа может быть использована при разработке или



корректировке Генерального плана и Экологического паспорта исторического г. Буденновска – третьего по величине промышленного центра Ставропольского края.

### **Литература**

1. Галай Б.Ф. Восстановление аварийных зданий Буденновской больницы после террористического акта 1995 года: монография / Б.Ф. Галай, Б.Б. Галай, О.Б. Галай. – Ставрополь: ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставропольсервисшкола, 2018. – с. 172.
2. Галай Б.Ф. Пособие по уплотнению просадочных грунтов глубинными взрывами в условиях Северного Кавказа. Изд. 3-е, доп. / Б.Ф. Галай, О.Б. Галай, В.В. Сербин. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 142 с.
3. Галай Б.Ф. Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах. Изд. 3-е, доп. / Б.Ф. Галай, О.Б. Галай, В.В. Сербин. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 96 с.
4. Коханенко М.П. Восстановление гражданских зданий на просадочных грунтах: практика и методы производства работ / М.П. Коханенко, Г.П. Поляков, В.Б. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1990. – 184 с.
5. Проектирование и строительство зданий и сооружений на просадочных грунтах: тезисы докладов и сообщений Всесоюзной конференции (Волгодонск, 20–21 ноября 1984 г.) / Госстрой СССР, Главстройнаука, М., 1984. – 114 с.
6. Трофимов В.Т. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский и др. Под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е перераб. и доп. – М.: МГУ, 2005. – 1024 с.
7. Трофимов В.Т. Лёссовый покров Земли и его свойства / В.Т. Трофимов, С.Д. Балыкова, Н.С. Болиховская и др.; Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2001. – 464 с.
8. Трофимов В.Т. Опорные инженерно-геологические разрезы лёссовых пород Северной Евразии / В.Т. Трофимов, С.Д. Балыкова, Т.В. Андреева, А.В. Ершова, Я.Е. Шаевич; под ред. проф. В.Т. Трофимова. – М.: КДУ, 2008. – 608 с.
9. Lin Zaigyan, Wang Shujie, Wang Yougyan et al. Some noticeable aspects of the engineering properties of deep seated loess in China // Aspct of loess research. China Ocean Press. Beijing, 1987. – P. 378-386.



## ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕГТЯРСКОГО УЧАСТКА ПОСТЭКСПЛУАТАЦИИ

*Киндлер А.А. (ФБГУ «Гидроспецгеология», филиал «Уральский региональный центр ГМСН», e-mail: kindler@gmsn-ural.ru)*

**Аннотация:** Комплексный анализ компонентов геологической среды в пределах Дегтярского участка показал активизацию опасных геологических процессов, даже с учётом полной остановки горных работ на территории. Несмотря на рекультивационные мероприятия, озвученная территория несет в себе опасный потенциал, который связан как с активностью провальных и иных геологических процессов или явлений, так и с точки зрения загрязнения окружающей среды.

В качестве инструмента оценки наличия и динамики протекающих процессов и реального отображения ситуации на отработанных рудниках авторами работы ранее была предложена форма хранения, накопления и обработки информации в виде четко структурированной системы логически связанных между собой таблиц, сгруппированных на соответствующие их параметрам блоки (формат реляционной базы данных). Таким образом, предполагаемая система является «паспортом» для территорий, подвергшихся горнорудному техногенезу.

При разработке данной системы все известные природно-техногенные геологические процессы объединены в 4-е группы. Для разработки перечня учетных параметров, для каждой из групп был проведен анализ многолетнего массива накопленных данных, с целью отбора только тех, которые имеют численную оценку, дающую возможность отслеживания наличия и динамики опасных геологических процессов в рамках изучаемой территории.

**Ключевые слова:** участок горнопромышленной постэксплуатации, опасный объект, геологическая опасность, Урал.

Рудники, согласно РД 07-291-99, представляют собой опасные производственные объекты горнодобывающего профиля. Участок постэксплуатации - это территория горнопромышленной разработки, включающая нарушенные и подработанные земли, на которых в текущее время остановлено горное производство и реализован некоторый объем рекультивационных мероприятий. В работе рассматривается вопрос: являются ли участки постэксплуатации унаследовано опасными или завершение горного производства приводит к стабилизации геоэкологического состояния земельного участка и участка недр. Вопрос рассмотрен на примере одного из более, чем 100 участков постэксплуатации Урала, расположенном в непосредственной близости от жилой застройки города Дегтярска Свердловской области.

Горнодобычные работы на Дегтярском руднике были прекращены в 1994 году. Отказ от дренажных мероприятий производился постепенно. В октябре 1998 г. произошел выход шахтных вод на северном фланге месторождения через выработки шахты «Колчеданная». При достижении уровня шахтных вод отметок поверхности земли сформировался их перелив из карьера в русло р. Исток [1].

Основное природоохранное мероприятие на Дегтярском участке постэксплуатации представлено нейтрализацией кислого стока рек Исток и Дегтярка перед их слиянием и впадением в р. Ельчевку. Как показали визуальные наблюдения, выполненные при участии автора, природные ландшафты и почвы на территории Дегтярского рудника под влиянием техногенных мероприятий на стадии горных работ интенсивно изменены. Через 15-20 лет после остановки работ ландшафты, комплекс и активность протекающих природно-техногенных геологических процессов существенно не изменились. Например, на поверхности сохранились терриконы, заброшенные копры шахт, провалы, карьерные и





подотвальные озера и иные техногенные объекты (Рисунок). Почвенный покров восстановился не повсеместно, а там, где он был сохранен характеризуется малой мощностью (не более 10-15 см). По материалам инженерно-экологических изысканий А.И. Заболоцкого и К.А. Заболоцкого (2006), на большей части территории происходит формирование примитивного новообразованного профиля почв на перемещённых делювиальных и элювиальных глинах. Перемещенные почвы имеют молодой возраст и более лёгкий механический состав, следовательно, больше подвержены процессам эрозии и дефляции, так как растительный покров на них, как правило, имеет незначительное покрытие. Значительную часть площади занимают техногенные грунты, относящиеся к 3 классу опасности, непригодные для самозарастания (растительность отсутствует).

Интенсивная многолетняя горнодобывающая деятельность на территории рудника привела к активизации *геомеханических и гидродинамических процессов*, таких как сдвигение и обрушение горных пород, оползневые процессы на отвалах, затопление заброшенных открытых и подземных горных выработок, подтопление и заболачивание просевшей территории после заполнения воронки депрессии шахтного водоотлива. В текущий период на поверхности отвалов фиксируется активность процессов струйной эрозии, в бортах карьера – оползни, над подземными выработками - обрушения. Селитебная застройка города страдает от подтопления.

Фотодокументированы проявления вторичных процессов техногенной суффозии и заболачивания, например, на группе южных провалов. При закрытии рудника глубина провалов достигала 59,4 м. Их засыпка произведена отвальной породой с глиняного карьера и металлургическими шлаками в период 2010-2012 года. В 2014 году обнаружены крупные и мелкие групповые просадки с тенденцией к их слиянию. В 2019 году просадки техногенной суффозии продолжают медленно расширяться. Здесь же после затопления подземных полостей и засыпки провальных воронок произошло частичное восстановление поверхностного водоёма, вода в котором имеет аномальный щелочной состав (см. Рисунок).

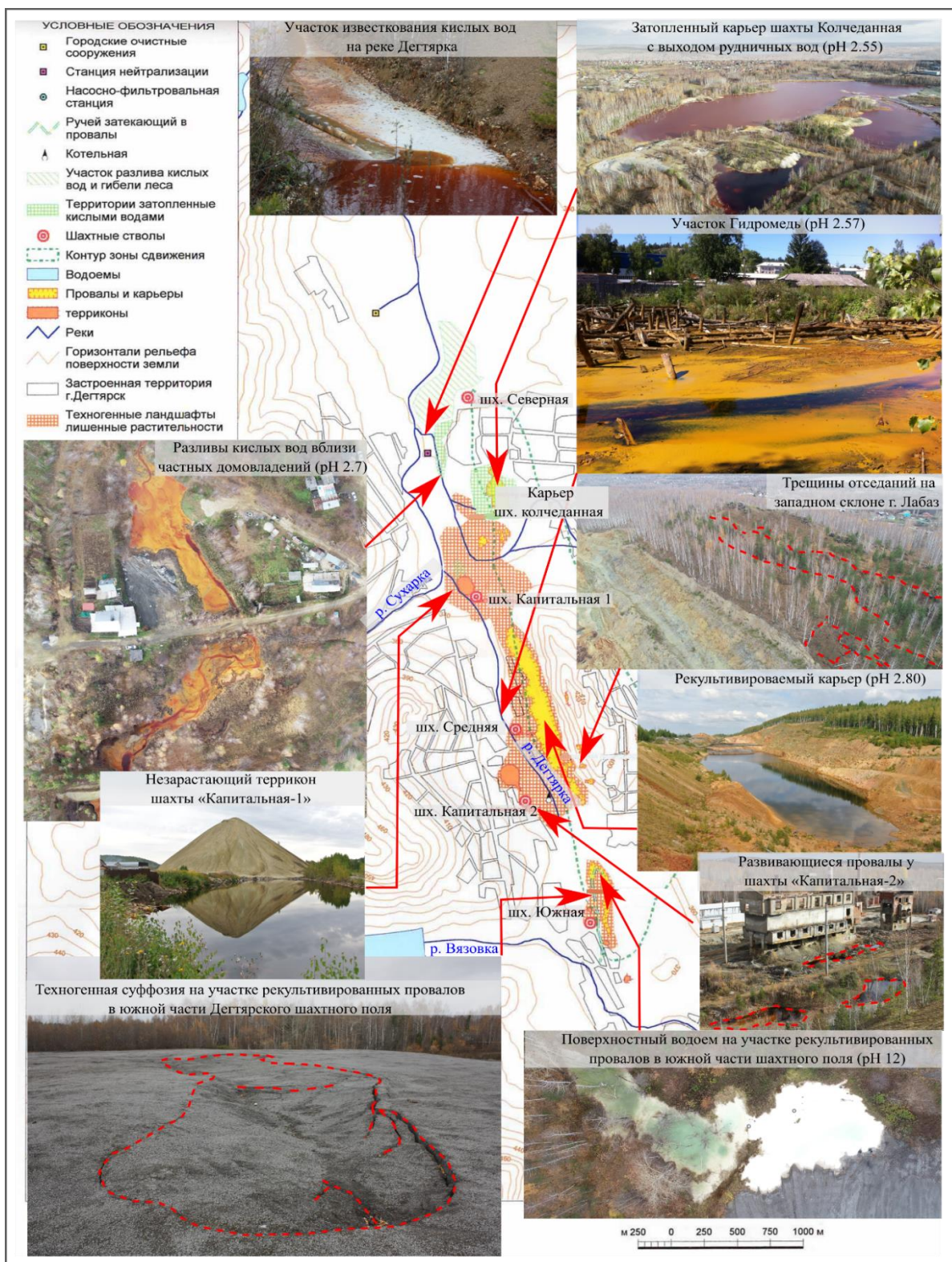
Гидродинамическая ситуация Дегтярского участка отличается перераспределением естественного водного баланса участка между поверхностным и подземным стоком в пользу последнего. Объем дренажных вод при работе рудника в среднем составлял около 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Половина объема составляло поглощение поверхностных вод, включая транзитный сток рек Исток и Вязовка. Работами 2005 года (Вишняк А.И., Четверкин И.А.) оценен суммарный объем разлива рудничных вод в количестве 2-4 тыс. м<sup>3</sup>/сут в период межени с возрастанием до 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут в паводок.

В целом, несмотря на определенный объем рекультивационных мероприятий, территория сохраняет в себе опасный потенциал, как с позиции активности провальных и иных геологических процессов или явлений, включая техногенную суффозию, так и загрязнения окружающей среды (подземных и поверхностных вод и т.п.).

В отличие от периода горной эксплуатации, на территории доминирует влияние природных факторов, которые проявляются своеобразно в нарушенных горными работами условиях. По результатам наблюдений территорию Дегтярского участка, как и любого другого участка постэксплуатации, целесообразно квалифицировать как *опасный природно-техногенный объект*.

Следуя рекомендациям [3], *опасность* - это «процесс, свойство или состояние определенных частей литосферы, гидросферы..., представляющих угрозу для людей (социальный риск), объектов экономики (физический и экономический риски) и (или) окружающей среды (экологический риск)». В литосфере возникают *геологические опасности*, проявляющиеся посредством опасных геологических процессов [4].





**Рисунок 1.** Схема расположения техногенных и природно-техногенных объектов на Дегтярском участке постэксплуатации и фотодокументация 2019 г.

По факторам воздействия геологическая опасность на участке постэксплуатации классифицируется как техноприродная. На рассматриваемом объекте показано [2], что геологическая техноприродная опасность (ТПГО) носит очевидный полигенетический характер и может быть сгруппирована по направлениям воздействия на:



гидродинамическую, геохимическую, экзогеодинамическую, геомеханическую. Плотность их проявления ограничена зонами (Таблица).

*Внутренняя зона (I)* выделяется в границах горного отвода там, где степень техногенного преобразования ландшафта и массива горных пород максимальна, что способствует высокой концентрации геологической техноприродной опасности (100%).

*Внешняя зона (II)* от границы горного отвода до контура депрессионной воронки. Главный вид техногенной нарушенности, представлен измененным водным балансом территории (78%). *Замыкающая зона (III)* от границы контура депрессионной воронки до участков, где еще фиксируется остаточное влияние рудника (33%)

Таблица 1. Проявления геологической опасности в различных зонах Дегтярского участка постэксплуатации

Проявления геологической опасности	Зона I	Зона II	Зона III
<b>Гидродинамическая ТПГО</b>			
Заболачивание, подтопление и выход рудничного газа	+	+	-
Выход рудничных вод на поверхность земли (шахтоизлив)	+	-	-
<b>Геохимическая ТПГО</b>			
Специфические геохимические ландшафты	+	+	+
Загрязнение подземных вод	+	+	+
Загрязнение поверхностных вод	+	+	+
<b>Экзогеодинамическая ТПГО</b>			
Поверхностная водная эрозия и аккумуляция	+	+	-
Просадки и провалы в зоне сдвижения, деформация поверхности земли, шахтных стволов и др.	+	-	-
<b>Геомеханические техногенно-природные геологические опасности</b>			
Снижение несущих свойств грунтов (уменьшение общего модуля деформации и удельного сцепления)	+	+	-
Усиление коррозионной активности грунтов	+	+	-
<b>Количество баллов (1 проявление –1 балл)</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>Коэффициент интенсивности процессов (%)</b>	<b>100</b>	<b>78</b>	<b>33</b>

### Литература

1. Елохина С.Н. Техногенез затопленных рудников Урала. Автореф. Дисс. на соиск. уч. ст. д. г–м.н. Екатеринбург УГГУ. 2014.
2. Елохина С.Н. Техноприродные опасности на затопленных рудниках Урала // Изв. ВУЗов «Горный журнал». - 2005. № 3. С. 120-127.
3. Природные опасности России. Том 6. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рогозина. - М.: Издательская фирма «КРУК». 2003. – 320 с.
4. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности. Тематический том / Под ред. В.М Кутепова, А.И. Шеко - М., Изд. Фирма «КРУК». 2002. 348 с.





## МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕРЕПОВЕЦКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

*Пугина О.А.\* (Санкт-Петербургский горный университет,  
79817657413@yandex.ru), Пашкевич М.А. (Санкт-Петербургский горный  
университет, mpash1963@yandex.ru)*

### **Аннотация:**

Отобраны и проанализированы пробы снега, находящиеся в зоне влияния металлургического завода. Была выявлена зависимость величины пылевой нагрузки от удаленности СЗЗ предприятия. С помощью электронного микроскопа обнаружены частицы, имеющие техногенное происхождение, характерные для предприятий металлообработки и использующих в технологическом цикле уголь. Также в жидкой фазе были проанализированы и сравнены с фоновыми значениями концентрации тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** снег, снегогеохимическая съемка, атмосферный воздух, отбор проб, пробоподготовка, гравиметрический анализ, спектрофотометрический анализ, микроструктурный анализ, пылевая нагрузка, коэффициент концентрации

Загрязнение атмосферного воздуха является актуальной проблемой в настоящее время. Особенно остро это касается промышленных городов и регионов, основной отраслью которых является черная металлургия. Все металлургические предприятия являются источниками загрязнения атмосферного воздуха такими примесями, как пыль, оксиды углерода и серы [1].

Металлургическим комбинатом полного цикла, расположенном в г. Череповец Вологодской области, является ПАО «Северсталь», производящая чугун, сталь разных марок, метизную продукцию, металлопрокат и трубы. Для оценки воздействия деятельности предприятия и оценки экологической обстановки в городе необходимо провести мониторинг атмосферного воздуха.

Снегогеохимическая съемка – это специфический вид мониторинга, при котором о состоянии атмосферного воздуха можно судить по уровню загрязнения подстилающей поверхности, то есть, снега.

Отбор проб снега необходимо осуществлять в соответствии с преобладающими направлениями ветра. Одним из таких является западное, направленное в жилую часть города от СЗЗ предприятия. Схема отбора проб представлена на рисунке 1.



*Рисунок 1. Маршрут отбора проб снега*

В результате было отобрано десять проб, девять из которых из жилой зоны города, а одна к северу от завода, где сконцентрировано основное производство.



Далее пробы доставляются на пробоподготовку, где происходит плавление снега при комнатной температуре, а затем разделение на твердую и жидкую фазы с помощью фильтра синяя лента.

После пробоподготовки проба доставляется на анализ. Твердая фаза была проанализирована гравиметрическим методом с помощью лабораторных весов. По разнице фильтра «до» и «после» фильтрации определяется масса пыли. Полученное значение массы пыли выпавшей на единицу площади в единицу времени называется пылевой нагрузкой. Данная величина вычисляется по формуле 1[2].

$$P = \frac{P_a}{S \times T}, \quad (1)$$

где  $P_a$  – масса пыли, осажженной снегом, мг;

$S$  – проективная площадь осаднения,  $m^2$ ;

$T$  – временной интервал между моментом опробования и датой установления устойчивого снежного покрова, сут.

Полученные значения пылевой нагрузки в точках в зависимости от удаленности СЗЗ предприятия представлены на рисунке 2.

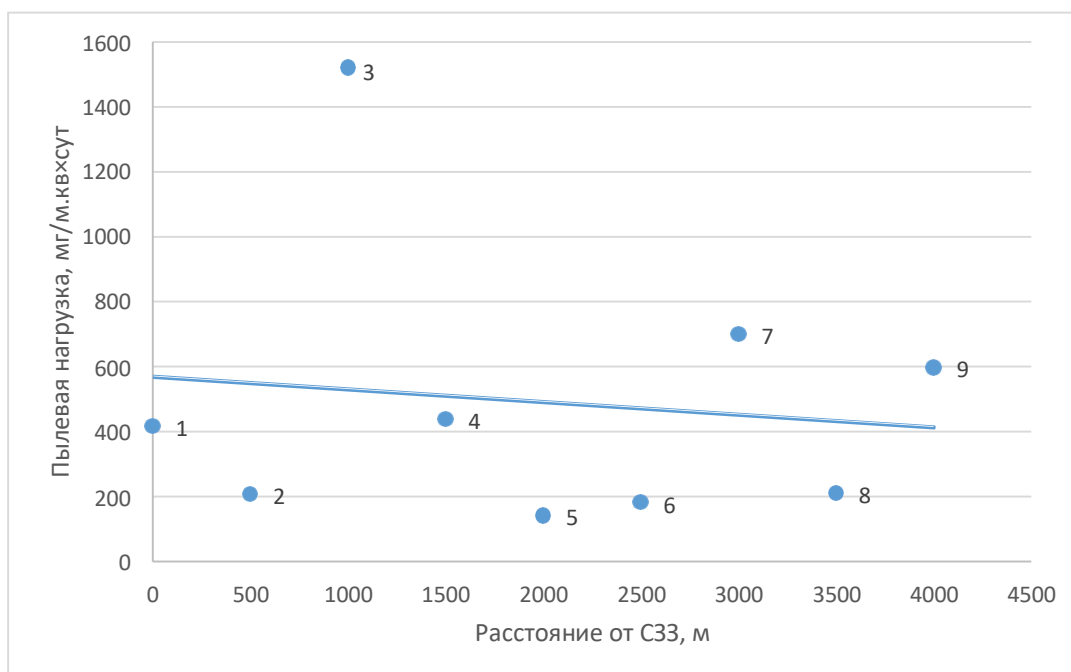


Рисунок 2. График изменения пылевой нагрузки

В результате анализа твердой фазы была выявлена закономерность изменения величины пылевой нагрузки при удалении от санитарно-защитной зоны. На графике видно, что линия тренда идет на снижение пылевой нагрузки при удалении от СЗЗ. Исключениями являются пробы, где значительная нагрузка от автотранспорта и высокая плотность застройки – 3; близость к ж/д путям – 7; зона влияния выбросов ТЭЦ – 9.

На электронном микроскопе осуществлялся микроструктурный анализ проб пыли. В результате были обнаружены алюмосиликатные микросферулы, характерные для предприятий, использующие уголь в своем производственном процессе; металлические микросферулы, характерные для районов расположения предприятий металлообработки; углеродистые и металлические частицы неправильной формы [3]. Пример снимка электронным микроскопом пробы № 4 приведен на рисунке 3.



Рисунок 3. Микроструктура пробы № 4

На атомно-эмиссионном спектрометре был проведен анализ жидкой фазы на тяжелые металлы: железо, марганец, стронций, цинк. Полученные концентрации были отнесены к фоновым значениям биосферного Дарвинского заповедника по данным элементам и получено значение коэффициента концентрации (формула 2) [4].

$$K = \frac{C}{C_{\text{ф}}} \quad (2)$$

где  $C$  – концентрация элемента в пробе, мг/л;  $C_{\text{ф}}$  – фоновая концентрация элемента, мг/л.

В результате анализа жидкой фазы ни по одному элементу превышений не наблюдается только в пробе № 8, которая является одной из наиболее удаленных от завода. Самые значительные превышения присутствуют в пробе 10, где атмосферный воздух подвергается наибольшей нагрузке, так как превышения по марганцу в больше чем в 10 раз, по стронцию почти в 9 раз, а по цинку почти в 4 раза. Превышения по марганцу присутствуют во всех пробах, кроме 8. Превышения по стронцию наблюдаются в пробах 1, 3, 10. Превышения по цинку наблюдаются в пробах 2, 6, 10. Превышений по железу не выявлено ни в одной пробе, это связано с высоким значением фона и задержкой железистых частиц на фильтре.

#### Литература:

1. Большая Е.П. Экология металлургического производства: Курс лекций. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. N 5171 – 90)
3. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во 2003.-336 с.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков





## ПРОБЛЕМА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ОКРУГЕ ПОДОЛЬСК

*Савельев П.М. (МГРИ, pivpav\_sav@mail.ru)*

### **Аннотация**

На территории Московской области действуют более 400 предприятий с источниками ионизирующего излучения. Изученность радиационного фона региона на низком уровне (около 20% территории). В данной работе проводилось изучение радиационной обстановки городского округа Подольск (на примере Подольского завода цветных металлов и Подольского химико-металлургического завода).

**Ключевые слова:** радиационный фон, экологический мониторинг, загрязнение окружающей среды, радиационное загрязнение.

Атомная энергетика, промышленность и техника вошли в обиход более 50 лет назад. На долю Подмосковья приходится свыше 300 предприятий с мощными источниками ионизирующего излучения. В Московской области находится 8 организаций, эксплуатирующих особо радиационно-опасные и ядерно-опасные производства и объекты (всего в России 81). Городской округ Подольск включает в себя массу объектов промышленности, и два из них встречаются в сводках превышения радиационного фона: Подольский завод цветных металлов и Подольский химико-металлургический завод.

Загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами на территории Российской Федерации обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954–1980 гг. в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах. В некоторых регионах России имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на Европейской территории России в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС; на Азиатской территории России в 1957 г. вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк» (Челябинская область) и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла.

Контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды на территории России осуществляется сетью радиационного мониторинга Росгидромета.

На территории Московской области существует вероятность превышения радиационного фона в некоторых местах. Наиболее вероятные источники радиации - свалки, котлованы и склады металлолома с предметами, загрязненными радиоактивными веществами, а также привозной грунт.

В Подмосковье находится 8 организаций, эксплуатирующих особо радиационно-опасные и ядерно-опасные производства и объекты в г. Электросталь, г. Дубна, г. Подольск, г. Лыткарино и в г. Протвино.

Среди выявленных участков радиоактивного загрязнения можно выделить локальные и площадные. Локальные участки в наибольшем количестве были обнаружены и дезактивированы в районах: Ногинском 20, Подольском - 15, Мытищинском - 10. Наибольшее количество участков площадного загрязнения найдено в Балашихинском, Ногинском, Мытищинском и Подольском районах (около 10 для каждого из районов).

Степень изученности радиационной обстановки на территории Московской области остается еще весьма низкой (удовлетворительно изучено не более 20%



территории). Из числа федеральных особо радиационно- и ядерно- опасных предприятий, расположенных на территории Московской области, радиационное неблагополучие выявлено в окрестностях АО "Машиностроительный завод" (г.Электросталь).

Одна из крупнейших радиационных аварий в Московской области произошла на Подольском заводе цветных металлов (далее – ПЗЦМ) в результате расплавления радионуклидных источников ионизирующего излучения, поступивших с металлоломом. Таким образом, из 42 га площади завода на 5 га было обнаружено радиоактивное загрязнение. Общий объем загрязненных грунтов на площадке ПЗЦМ составил более 20 тыс. м<sup>3</sup>. Федеральной целевой программой «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» в 2009 году предусмотрено выполнение пункта 172 – «Мероприятия по устранению последствий радиационного заражения и строительству временного хранилища радиоактивных отходов на открытом акционерном обществе «Подольский завод цветных металлов» (пос. Львовский, Подольский район, Московская область)». Лимит финансирования работ в 2009-2010 годах составил 121,1 млн рублей, в том числе в 2009 году – 53,2 млн рублей. Кроме того, в 2009 году было выделено дополнительное финансирование в размере 60 млн рублей из средств федерального бюджета по теме: «Выполнение работ по разделению РАО, находящихся на территории ОАО «ПЗЦМ», с выделением группы промышленных отходов и утилизацией оставшихся САО». В рамках реализации указанных мероприятий впервые с момента обнаружения радиационной аварии начаты практические шаги по реабилитации территории, подвергшейся загрязнению. Исполнителем работ выступило ФГУП «РосРАО». Основные субподрядные организации – ОАО «ВНИИХТ», ООО «Новые экологические технологии», ГУП МосНПО «Радон». В 2015 году сотрудники «Радона» и «РосРАО» демонтировали аварийное здание рафинировочного отделения, отсортировали более 23 тыс. м<sup>3</sup> загрязненного радионуклидами грунта и металлоконструкций. Ликвидировано несанкционированное захоронение радиоактивных отходов. Реабилитирована большая территория — около 13 тыс. м<sup>2</sup>, экспертное заключение НИИ радиационной гигиены гласит, что она пригодна для дальнейшего использования.

Вторым объектом на территории городского округа Подольск является Подольский химико-металлургический завод (далее – ПХМЗ). Основным источником загрязнения окружающей природной среды в районе полигона ТБПО "Щербинка" является фильтрат, поступающий из "тела" полигона ТБПО и спецполигона ПХМЗ в виде техногенных потоков. По данным режимных наблюдений можно констатировать, что в районе расположения Щербинского полигона ТБПО экологическая обстановка неблагоприятна. Выполненные комплексные инженерно-экологические исследования и результаты экологического мониторинга показывают, что за период эксплуатации полигона загрязнению подверглись все основные компоненты природной среды в примыкающей к полигону зоне: поверхностные и подземные воды, почвы и растительность, атмосферный воздух, донные отложения р. Пахра, ручей Конопелька и Монастырского, стариц и временных водотоков. В силу того, что р.Пахра является притоком р.Москвы, то есть необходимость предотвращения попадания радионуклидов в грунтовые воды из-за возможного распространения загрязнения вплоть до Каспийского моря.

Были проведены измерения радиационного фона индикатором радиоактивности SOEKS-01M.

Радиационный фон на всех точках у ПХМЗ выходит за пределы эффективной дозы в мЗв/год, но все еще находится в зоне допустимого уровня. Значения находятся в



пределах 1,1-2мЗв/год. Закономерности распределения радиационного фона не выявлено. Определенных объектов, к которым можно привязать излучение, также не обнаружено. Следовательно, необходимо принять некоторые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, часть которого подвергается радиационному воздействию.

Радиационный фон на всех точках у полигона ТБПО «Щербинка» выходит за пределы эффективной дозы в мЗв/год, но все еще находится в зоне допустимого уровня. Значения находятся в пределах 1-2,6мЗв/год. Закономерности распределения радиационного фона не выявлено. Определенных объектов, к которым можно привязать излучение, также не обнаружено. Следовательно, необходимо принять некоторые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, но они не являются первоочередными в силу удаленности от населенных пунктов. Необходимо проводить дополнительный анализ состояния подземных вод на факт заражения радионуклидами.

Радиационный фон на всех точках у ПЗЦМ выходит за пределы эффективной дозы в мЗв/год, но все еще находится в зоне допустимого уровня. Значения находятся в пределах 0,8-2мЗв/год. Закономерности распределения радиационного фона не выявлено. Определенных объектов, к которым можно привязать излучение, также не обнаружено. Следовательно, необходимо принять некоторые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, но они не являются первоочередными в силу малого потока людей. Можно предположить, что работы проведенные «Радоном» и «РосРАО» привели радиационную обстановку в норму.

### **Литература**

1. Государственная программа Московской области "Радиационная безопасность Московской области на 1999-2005 годы" от 17 февраля 1999 года N 3/99НА [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://docs.cntd.ru/document/5802955>
2. Ликвидация радиоактивного загрязнения в Подольском районе [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2012/04/18/32805>
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 от 26.04.2010
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации N 1311-р «Об утверждении перечня организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерноопасные производства и объекты» (с изменениями на 9 октября 2015 года) от 14 сентября 2009 года
5. Сеть радиационного мониторинга [Электронный ресурс] – Открытый доступ: [http://rb.mchs.gov.ru/rosgidromet/Radiation\\_monitoring\\_network](http://rb.mchs.gov.ru/rosgidromet/Radiation_monitoring_network)



## ПРОБЛЕМА ПРЕСНОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

*Сергеенко Е.Д.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: jonh-tiger@mail.ru*),  
*Федотова В.П.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: rio22754@mail.ru*),  
*Скопинцева О.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: skopintseva54@mail.ru*)

### **Аннотация**

Дефицит водных ресурсов в мире: какое место занимает Республика Казахстан; причины дефицита питьевой воды в Казахстане, прогнозы увеличения дефицита водных ресурсов к 2050 году. Государственная программа Казахстана по обеспечению питьевой воды во всех населенных пунктах Казахстана “Питьевая вода”, которая была реализована в 2002-2010 годы не привела к прогнозируемым результатам и положительным индикаторам. Инфраструктурные ошибки, низкий уровень подготовки проектно-сметной документации при реализации программы и множественные коррупционные схемы при реализации программы нанесли ущерб гражданам Казахстана в 250 млн тенге. Вторая государственная Программа “Ак-Булак”, начатая в 2011 году и продолжающаяся до 2020 года с учетом ошибок первой программы, критикуется организациями за низкий уровень технического анализа и отсутствия инновационного подхода в реализации проектов по водоснабжению. Проблема регулирования вопросов по трансграничным водным ресурсам Казахстана с соседними странами, в частности с Китаем, является одной из главных причин дефицита водных ресурсов в стране и повесткой в межгосударственных отношениях стран.

**Ключевые слова:** дефицит водных ресурсов, опреснение воды, государственная программа, проблема нехватки питьевая вода, инфраструктура, ТОО «МАЭК-Казатомпром».

Казахстан – самая крупная страна в мире, которая не имеет прямого выхода в Мировой океан. Казахская земля хранит в себе все, что только может вообразить географ - это и бескрайние дикие степи, особую прелесть которым придают пресные и соленые озера, где скапливаются тысячи водоплавающих и околоводных птиц, и уникальный сосновый бор, и могучие горы, и вторые по величине и значимости каньоны в мире, и даже море. Большую часть территории страны составляют пустыни – 44% и полупустыни – 14%. Степи занимают 26% площади Казахстана, леса – 5,5%. В стране насчитывается 8,5 тысяч рек. Северо-восточная часть акватории Каспийского моря входит в пределы республики. Аральское море разделено между Казахстаном и Узбекистаном. В Казахстане есть 48 тысяч больших и малых озер. Самые крупные из них – Балхаш, Зайсан и Алакол. Удаленность от океанов обуславливает резко континентальный климат страны.

Несмотря на то, что Казахстан располагается на той же широте, что Италия и Испания, где произрастают всевозможные пальмы, а цитрусовые спокойно переносят зиму, климат здесь значительно отличается. В северных районах страны лето относительно короткое, а зима суровая, с понижением температуры воздуха до 40 градусов ниже нуля.

Южные территории избавлены от холодной продолжительной зимы, зато лето здесь весьма жаркое. Все это объясняется тем, что находящийся в глубине материка Казахстан, не получает того смягчения климата, которым в полной мере пользуются жители прибрежных стран, находящихся на одной с республикой широте.



Климат в Казахстане умеренный-континентальный, относительно сухой. Снег в республике выпадает в любой ее части, но осадков обычно не бывает более 500 миллиметров.

Лето начинается с середины мая и длится примерно до середины сентября. Летом в Казахстане стоит сухая жара, температура может повышаться до +35-40 градусов.

Зима длится с середины ноября по апрель. Воздух зимой сухой и холодный, средняя температура января - 18. В основном стоит ясная, морозная и ветреная погода.

Между прочим, Нур-Султан считается самой холодной столицей мира после Улан-Батора.

Наличие нескольких климатических поясов благотворно влияет на разнообразие животного и растительного мира Казахстана. Перемещаясь из одной зоны в другую, можно встретить многих представителей Красной книги.

За последние 30 лет вопрос о дефиците водных ресурсов является актуальным и одним из основных во всем мире наряду с вопросами, касающимися изменения климата и других глобальных вызовов.

Согласно специальному Докладу Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов мира от 2019 года, потребление воды во всем мире стабильно увеличивается примерно на один процент ежегодно с 1980-х годов. Причиной роста являются сочетание роста мирового населения, социально-экономического развития и изменения моделей потребления водных ресурсов. Экспертами прогнозируется, что мировой спрос на воду будет продолжать расти такими же темпами до 2050 года, что приведет к увеличению на несколько десятков процентов по сравнению с текущим уровнем водопользования. Также, анализируя представленный доклад, нужно отметить факт того, что более двух миллиардов человек на планете живут, испытывая острую нехватку водных ресурсов, и около 4 миллиардов человек во всем мире испытывают острый дефицит воды в течение как минимум одного месяца в году. Уровень водного стресса и дефицита будет продолжать увеличиваться по мере роста спроса на воду и усиления последствий изменения климата.

Проблема нехватки водных ресурсов является также одним из основных для евразийского континента, в частности для государств Центральной Азии.

Вода является ключевым фактором для развития стран, и дефицит водных ресурсов является актуальной проблемой для всего региона.

Демографический рост Центральной Азии растет огромными темпами, в то время как количество пресной воды для населения и ирригации новых земель всё сокращается из-за нерационального управления ресурсами. К тому же, изменение баланса водных ресурсов из-за глобального потепления вызовет уменьшение водных ресурсов региона, который сам по себе не относится к влагоизбыточным регионам.

В отдаленные населенные пункты Казахстана вода до сих пор поставляется в ограниченных количествах в цистернах или в фурах, но при этом Казахстан проводит широкомасштабные проекты по инновационным технологиям в области использования природных ресурсов. Одним из амбициозных программ является переход Казахстана к зеленой экономике. В 2017 году Казахстан впервые провёл глобальную инновационную выставку по переходу к возобновляемым источникам энергии и природных ресурсов Eхpo-2017.

После завершения Программы «Питьевая вода», Казахстан получил свой «второй шанс» и запустил новую государственную программу по водоснабжению «Ак-Булак» в 2011 году сроком на 9 лет до 2020 года. На этот раз государство приступило к реализации программы, приняв во внимание допущенные ошибки и уроки с первой программы «Питьевая вода». Программа предусматривала к 2020 г. обеспечить водой сельское население Казахстана на 85%, городское на 100% качественной питьевой из централизованных систем водоснабжения.





Ценность питьевой воды в Казахстане увеличивается вследствие ограниченности водных ресурсов, высокой степени их загрязнения, неравномерности распределения их запасов по территории страны и, конечно же, больших бюджетных затрат. Если посмотреть, на что человек тратит воду, то картина такая: на личную гигиену — 32%, на смыв в туалетах — 30%, на мытье посуды — 16%, на стирку — 12%, на уборку — 4%, на полив сада и огорода — 4%, на приготовление пищи — 2%.

Поэтому для начала в рамках «водной стратегии» власти намерены приучить население к экономному расходованию воды. Чтобы стимулировать у казахстанцев экономию воды, чиновники повышают тарифы и повсеместно устанавливают счетчики. Однако согласно результатам социологического исследования, проведенного Институтом политических решений в марте 2013 года, такие меры одобряет всего 4,9% населения. Большинство населения (26%) считают эффективной мерой экономии ремонт водопроводов в ЖКХ.

Почти 21% предлагают разделять техническую и питьевую воду, за повторное водопотребление — 7,5%, а за использование подземных вод — 7,2 %.

Опреснение воды – энергозатратный процесс, требующий для своего осуществления значительное количество энергетических ресурсов и для его осуществления необходимо гарантированное обеспечение электрической энергией. Обратный осмос и установки с механической компрессией пара, требуют мощного источника электроэнергии, а термическая дистилляция требует тепловую и электрическую энергии. Ключевыми энергоресурсами как правило служат полезные ископаемые, такие как уголь, сланцы, газ, продукты нефтепереработки, однако их массовое сжигание образует большое количество парниковых газов, и они в свою очередь оказывают существенное экологическое загрязнение. Стремление применять возобновляемые источники энергии для опреснения морской воды представляет повышенный интерес с экологической точки зрения, но к сожалению, это приводит к существенному увеличению стоимости произведенной пресной воды до недопустимого значения.

Повсеместное применение для опреснения морской воды энергии атома выглядит более привлекательным, так как появляется возможность утилизации низкопотенциального пара паровых турбин, вырабатываемого на АЭС. В установках «Атомного опреснения» ядерные реакторы производят энергию, применение которой направляют на опреснение, установка может быть предназначена исключительно для производства питьевой воды или для одновременной выработки электроэнергии и производства питьевой воды, в последнем случае на производство воды затрачивается лишь часть энергии, вырабатываемой реактором. Самым надежным доказательством работоспособности данного направления опреснения воды является 25-летняя эксплуатация ядерной энергетической установки с натриевым теплоносителем (БН-350) в Актау, которая производила выработку электроэнергии и опреснение морской воды и доказавшая своей продолжительной работой целесообразность создания таких атомно-энергетических комплексов, их надежность и соответствие требованиям безопасности.

ТОО «МАЭК-Казатомпром» является многопрофильным предприятием, которое обеспечивает производство, отпуск, транспортировку и передачу всех необходимых для обеспечения жизнедеятельности региона энергоресурсов, а именно: электроэнергии, теплоэнергии, питьевой воды, технической воды, горячей воды, дистиллята, а также перекачку морской воды для собственного потребления и сторонним потребителям. ТОО «МАЭК-Казатомпром» представляет собой сложный технологический комплекс, в состав которого входят несколько основных подразделений, таких как: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭС, ЗПД и ПТВС.

Реакторная установка работала в базе с продолжительностью 6397 часов, пар из которой шел на выработку электроэнергии в турбинах противодавления и на выпарную



установку для получения дистиллята, соответственно. В настоящее время, когда реактор остановлен тепловую энергию для производства дистиллята вырабатывают паровые турбины, работающие от паровых котлов, сжигающих природный газ.

Был проведен анализ эффективности производства тепла и дистиллята с учетом работы реакторной установки и по существующей ныне схеме. Рассчитан расход природного газа для двух случаев, с учетом тепла вносимого реакторной установкой и без ее участия. Полученный расход газа был распределен на виды производимой продукции, на тепловую и электрическую энергию. Произведен расчет себестоимости производимой тепловой энергии и электроэнергии при неизменных условно-постоянных расходах на производство. В результате получено, что вносимое тепло ядерного реактора положительно влияло на экономическое состояние ТЭЦ-2, приводя к снижению расхода природного газа, и в конечном счете тепло производимое реактором снижало себестоимость тепловой энергии на 47,3 %. Проведенные расчеты показали, что использование ядерных установок для опреснения воды и комбинированного производства тепла, и электроэнергии является экономичным и перспективным. Опреснительное оборудование должно рассматриваться как часть технологической схемы АЭС и, соответственно, управляться одной автоматизированной системой управления технологическим процессом.

В целом, необходимо отметить, что проблема дефицита водных ресурсов Казахстана применима и для других государств бывшего Советского Союза. По словам экспертов, государствам нужно принять меры по эффективному формированию своей водной политики.

### **Литература**

- 1) Специальный Доклад Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов мира от 2019 года. Режим доступа: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>
- 2) Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2016 год. Режим доступа: <http://ecogofond.kz/orhusskaja-konvencija/dostup-k-jekologicheskoy-informacii/jekologijaly-zha-daj/r-orsha-an-ortany-zhaj-k-ji-turaly-lty-bajandamalar/>
- 3) Доклад обозревателя по вопросам водных ресурсов, программный менеджер в ОФ "Инициатива по сохранению природного наследия Арча" <https://cabar.asia/ru/kak-kazahstan-reshaet-problemu-defitsita-pitevoj-vody-v-epohu-neftyannogo-liderstva-v-tsentralnoj-azii/>
- 4) Муралев Е.Д. Опыт и перспективы развития атомного опреснения в Казахстане. – Актау: ТОО «МАЭК-Казатомпром», 2010.
- 5) Сергеев В. И., Степанова Н. Ю. и др. // Матер. 2-й Все-рос. конф. «Экология, проблемы охраны природы и пути их решения». Ульяновск, 2004. С. 208–218.
- 6) Техническая справка о состоянии емкостей ХЖРОРУБН-350 зд. 157 и ЖРО емкостях на 01.05.2013 N 02-05-02/470 от 21.06.2013.



**ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТОКСООПАСНЫМ УГЛЕВОДОРОДНЫМ СЫРЬЕМ**

*Соловьев И.А. (геолог ООО «Геолэкспертиза», e-mail: ioan98ii@mail.ru)*

*Якуцени С.П. (генеральный директор ООО «Геолэкспертиза», e-mail:  
geolexpertiza@gmail.com)*

**Аннотация**

В работе рассмотрена динамика изменения баланса в структуре добываемой нефти, ее влияния на концентрации элементов в геосферах Земли. Установлены взаимосвязи между извлекаемым токсоопасным сырьем и загрязнением территорий, расположенных в пределах регионов добычи, переработки и использования конечного сырья. Выявлено влияние ПТЭ на жизнь и здоровье граждан РФ.

**Ключевые слова:** тяжелая нефть, высоковязкая нефть, ПТЭ.

В современном мире наблюдается ежегодный прирост потребления углеводородного сырья для нужд промышленности. Начиная с 18 века, когда началось промышленное освоение нефтяных и газовых месторождений, человечество постепенно уходило все глубже в недра Земли, изобретало и внедряло новые технологические цепочки, способные извлекать из пластов труднодоступные флюиды. Но к настоящему времени запасы легкой и средней нефти критически низки, поэтому нефтегазовая индустрия уделяет все большее внимание добыче тяжелой и высоковязкой нефти, насыщенной потенциально-токсоопасными элементами (ПТЭ).

С течением времени в нефти выявлено около 60 элементов. Среди металлов подавляющее большинство представлено Al, Ca, Na, Mg, K и породообразующими литофильными элементами. Часто присутствуют в них редкие и рассеянные элементы: V, Ni, Cu, Co, Zn, Mo, Cr, As, Pb, Se, Cd, Hg, Sb, Re, Ag, Bi, Je, Sc, Sn, Au, U, а также редкоземельные элементы. Огромные объемы этих элементов, залегающих на больших глубинах в стабильной среде с развитием нефтегазовой промышленности и началом добычи тяжелой нефти, стали поступать на поверхность земли, откуда они распределяются и аккумулируются в гидро-, атмо-, био-, лито-, педосфере, нарушая естественный баланс и изменяя кларки этих элементов во всех средах. Особенно это характерно для Канады (битуминозные пески Альберты), Венесуэлы (район реки Ориноко), России (Волго-Уральская и Западно-Сибирская НГП) и т.д.



В современных условиях для оценки и анализа экологических рисков для территории, загрязненной токсическим сырьем необходимо рассмотреть степени токсичности элементов, находящихся в нефти на организм человека.

Таблица 1.

*Распределение элементов, распространённых в нефти, по степени их токсичности для человека [1,2]*

Не токсичны	Мало (умеренно) токсичны	Токсичны	Высокотоксичны
германий, золото, серебро (токсично только для низших форм жизни, антисептик), стронций, цезий, циркон	иридий, иттрий, рений, рубидий, скандий, титан, ниобий	ванадий, никель, кобальт, хром, марганец, цинк, медь, мышьяк, селен, сера, тантал,	бериллий, кадмий, ртуть, свинец, олово, таллий, сурьма, индий, молибден
		Уран и другие сильные радиоактивные излучатели	

Необходимо отметить, что степень токсичности характеризуется также формой нахождения элемента в среде (так, ванадий в ионной форме и  $V_2O_5$  крайне токсичны для человека, хотя ванадинит  $Pb_5[VO_4]_3Cl$  характеризуется меньшей опасностью для биоты. Содержание, наравне с формой нахождения элемента в среде, непосредственно влияет на уровень токсичности элемента.

Приведем один простейший пример для железа, широко распространенного в природе и нефти биоактивного элемента. Железо важно для всех форм жизни, в т.ч. и высшей. Для человека суточный прием Fe с пищей и водой составляет 5-35 мг. При дефиците возникает анемия. При приеме 200 мг железо становится токсичным, а 7-35 г - летальная доза. Поэтому при оценке элементов, как потенциальных биотоксикантов надо ориентироваться на реально возможные естественные поступления в организм человека из окружающей среды: с пищей, водой, воздухом, пылью. [3]

В недавнем прошлом в структуре переработки нефти в РФ доля мазута составляла 27% (рисунок 1), что свидетельствует о неизбежном истощении легкой и средней нефти и замещении ее на тяжелую.

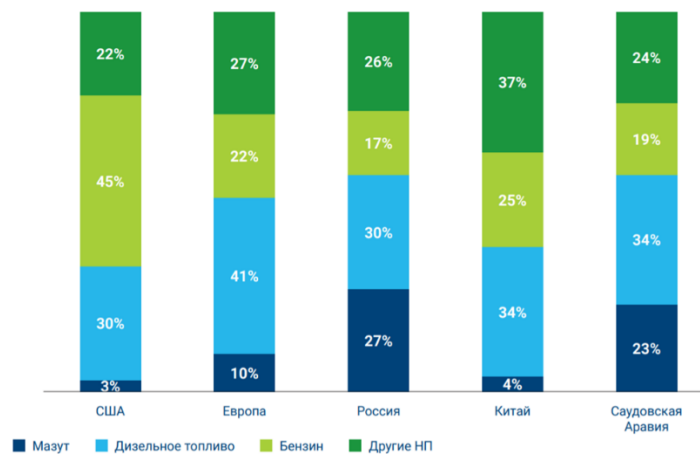


Рисунок 1. Структура переработки по регионам [4]

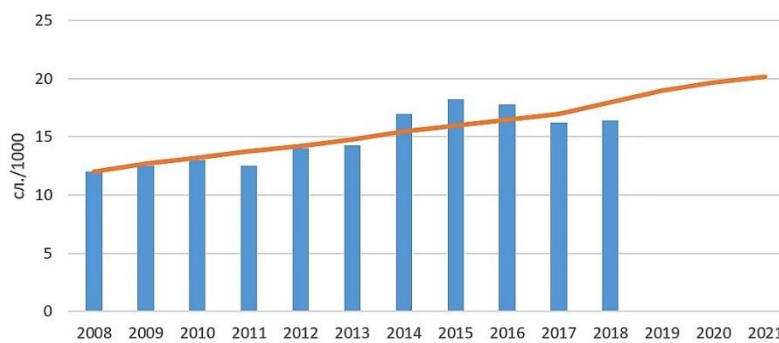
В результате происходит неизбежное загрязнение городских и сельских районов различными ПТЭ. На рисунке 2 представлена динамика изменения выбросов ЗВ в атмосферу. Начиная с 2010 года, уровень вклада передвижных источников загрязнения неуклонно растет, что имеет прямую взаимосвязь с увеличением доли добычи тяжелой нефти, качеством нефтепродуктов из нее получаемых, ростом числа автомобилей (на 01.01.2018 в РФ их число составляло 40,7 млн. единиц [5] и составом выхлопных газов.



Рисунок 2. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ стационарными и передвижными источниками 2005-2018 [6]

Главным критерием при оценке и анализе загрязнения токсоелементами является человеческая жизнь, здоровье и качество жизни населения. Рисунок 3 ярко отражает общую негативную тенденцию, где в 2018 году у 16 человек из тысячи выявляли онкологические заболевания, которые непосредственно взаимосвязаны с высоким уровнем развития промышленности (наличие крупного НПЗ и иных крупных предприятий химической промышленности. Учитывая, что на 01.01.2020 в Перми проживает 1053 тыс. чел., то минимум у 1053 человека появились новообразования





**Рисунок 3.** Динамика первичной заболеваемости взрослого населения Пермского края новообразованиями в 2008 – 2018 годы, ‰ [7]

В заключении стоит отметить, что проблема влияния ПТЭ на окружающую среду и здоровье населения ранее практически не рассматривалась (за исключением нескольких ученых), хотя токсоеlementы, извлеченные из углеводородов, в особенности из тяжелой и высоковязкой нефти, нарушают кларковый баланс геосфер, образуя в определенных районах геохимические барьеры, негативно отражающиеся на состоянии биоты, населения, зон с/х и т.д. Поэтому авторы подошли к оценке и анализу вопроса комплексно, проанализировав данные за более чем 50-ти летний период для составления объективной оценки сложившихся изменений в геохимическом балансе Земли.

### Литература

1. Freitas Jr., Robert A. Nanomedicine,. — Landes Bioscience, 1999. — P. Tables 3–1 & 3–2  
В ссылке: URL - <http://kriorus.ru/sites/kriorus/files/nanomed/NANOMEDI.PDF> (дата обращения: 18.12.2019).
2. Nicholas D. Priest, Frank Van de Vyver. Trace Metals and Fluoride in Bones and Teeth. CRC Press, 22 июн. 1990 г., 400 p.
3. Якуцени С.П. Распространенность углеводородного сырья, обогащённого тяжёлыми элементами примесями. Оценка экологических рисков -СПб.: «Недра», 2005. – 372 с.
4. «Нефтяной рынок. Просто о сложном» URL: <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SNpr166.pdf> (дата обращения: 25.02.2020)
5. «Сколько автомобилей в российских семьях» URL: <https://www.autostat.ru/infographics/34490> (дата обращения: 25.02.2020)
6. «Охрана окружающей среды в России» URL: [https://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/ohrana\\_2018.pdf](https://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/ohrana_2018.pdf) (дата обращения: 25.02.2020)
7. Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 году», Пермь, 2019.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ/ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

**Шалаева Л.Г.** (Российская детская клиническая больница (РДКБ), медицинская сестра-анестезист, *e-mail: lynalikasvetik@mail.ru*),  
**Андропова Г.В.** (Российская детская клиническая больница(РДКБ), старшая медицинская сестра, *e-mail: galochka.andropova@gmail.com*),  
**Ганова С.Д.** (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: ganova\_s@mail.ru*),  
**Скопинцева О.В.** (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), *e-mail: skopintseva54@mail.ru*)

### Аннотация

В данной работе рассмотрены особенности схемы обращения с медицинскими отходами в целом, и на примере Российской детской клинической больницы. Проанализировано несколько аппаратных методов по обработке отходов, применяемых на примере многопрофильного стационара, отмечены положительные и отрицательные стороны. Предложен возможный способ обработки и утилизации медицинских отходов в данной больнице.

**Ключевые слова:** медицинские отходы, обеззараживание, обезвреживание, диспозеры, сухожар, СВЧ-обеззараживатель, инсеператор.

Во всем мире по своему вредоносному воздействию на человека и окружающую среду медицинские отходы стоят на первом месте, так как представляют эпидемиологическую, токсикологическую и радиационную опасность. Быстрые темпы роста объемов медицинских отходов – это одна из наиболее острых проблем современного общества. Это связано с приходом одноразовых материалов на смену многоразовым. В основном это пластик и текстиль, который требует обеззараживания и изменения товарного вида перед вывозом на утилизацию. Еще одной причиной увеличения количества медицинских отходов можно назвать развитие медицины в целом, появление новых методов лечения, увеличение темпов производства лекарственных препаратов и дезинфицирующих средств, появление большого спектра медицинских услуг в косметологии и т.д.

Целью исследования является анализ современных методов утилизации медицинских отходов, сопоставление этих методов с возможностями многопрофильных медицинских центров на примере Российской детской клинической больницы и формулировка оптимальных предложений исходя из опыта по обращению с медицинскими отходами в этой организации.

Медицинские отходы имеют различный класс опасности и, следовательно, требуют определенного способа обращения с ними.

Класс опасности	Морфологический состав
Класс А (эпидемиологически безопасные отходы, по составу приближенные к ТКО)	Отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными. Канцелярские принадлежности, упаковка, мебель, инвентарь, потерявшие потребительские свойства. Смет от уборки территории и так далее. Пищевые отходы центральных пищеблоков, а также всех подразделений организации, осуществляющей медицинскую и/или фармацевтическую деятельность, кроме инфекционных и фтизиатрических.
Класс Б	Инфицированные и потенциально инфицированные отходы.



(эпидемиологически опасные отходы)	Материалы и инструменты, предметы, загрязненные кровью и/или другими биологическими жидкостями. Патологоанатомические отходы. Органические операционные отходы (органы, ткани и так далее). Пищевые отходы из инфекционных отделений. Отходы из микробиологических, клинико-диагностических лабораторий, фармацевтических, иммунобиологических производств, работающих с микроорганизмами 3 - 4 групп патогенности. Биологические отходы вивариев. Живые вакцины, непригодные к использованию.
Класс В (чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы)	Материалы, контактировавшие с больными инфекционными болезнями, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и требуют проведения мероприятий по санитарной охране территории. Отходы лабораторий, фармацевтических и иммунобиологических производств, работающих с микроорганизмами 1 - 2 групп патогенности. Отходы лечебно-диагностических подразделений фтизиатрических стационаров (диспансеров), загрязненные мокротой пациентов, отходы микробиологических лабораторий, осуществляющих работы с возбудителями туберкулеза
Класс Г (токсикологически опасные отходы 1 – 4 классов опасности)	Лекарственные (в том числе цитостатики), диагностические, дезинфицирующие средства, не подлежащие использованию. Ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование. Отходы сырья и продукции фармацевтических производств. Отходы от эксплуатации оборудования, транспорта, систем освещения и другие.
Класс Д Радиоактивные отходы	Все виды отходов, в любом агрегатном состоянии, в которых содержание радионуклидов превышает допустимые уровни, установленные нормами радиационной безопасности.

Способ обеззараживания медицинских отходов может быть как ручным химическим, так и аппаратным. На данный момент во многих медицинских учреждениях активно внедряются аппаратное обеззараживание и обезвреживание медицинских отходов. Для размещения такого оборудования необходимо специально отведенное помещение, оборудованное канализацией, специальной системы вентиляции, и другими техническими условиями в зависимости от количества образуемого мусора. Также обработка отходов может осуществляться децентрализованным (на месте образования отходов) и централизованным (на территории специализированной организации, занимающейся утилизацией медицинских отходов) способами. Исходя из экономических соображений, в небольших учреждениях выгодно организовывать помещения с несколькими аппаратами, осуществляющими обеззараживание и обезвреживание отходов с последующей передачей на утилизацию как обычных бытовых отходов. Но в больших многопрофильных больницах, ввиду значительного объема отходов, организовать децентрализованную обработку сложно, так как центры, построенные в 80-90-х годах, не предполагают наличия необходимых помещений в каждом подразделении.

Основным документом, определяющим схему обращения с медицинскими отходами, является СанПиН 2.1.7.2790-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами». В этом документе расписаны основные требования к сбору, хранению и утилизации медицинских отходов в зависимости от класса опасности. Однако схему обращения с медицинскими отходами каждая



организация утверждает на административном уровне индивидуально, в зависимости от возможностей организации.

Основываясь на своем опыте, следует отметить, что серьезно вопросами обращения с медицинскими отходами занялись буквально несколько лет назад. Существующий СанПиН был принят в 2011 году на смену предыдущему (1999), с тех пор также изменения претерпели ряд связанных с ним документов [1, 2]. И, как показала практика, в системе имеются несоответствия.

Медицина развивается довольно быстро, появляются новые методы лечения, новые лекарственные препараты и оборудование, в больницах открываются новые отделения. Например, отделение Трансплантации костного мозга в Российской детской клинической больнице открылось в 1993 году для оказания специализированной помощи детям с гематологическими, онкологическими, иммунологическими заболеваниями и наследственными дефектами метаболизма, нуждающимся в трансплантации гемопоэтических стволовых клеток. Но специализированный статус отделение получило в 2018 году приказом Министерства здравоохранения РФ "Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи при заболеваниях (состояниях), для лечения которых применяется трансплантация костного мозга и гемопоэтических стволовых клеток" подготовлен Минздравом России.

В отделении постепенно ведется работа по переоборудованию в соответствии с правилами обращения с медицинскими отходами. Так как в отделении есть своя кухня для приготовления пищи для пациентов, в соответствии с СанПиНом раковины необходимо оснастить диспоузерами – измельчителями для остатков пищи. Сейчас пищевые отходы утилизируются как отходы класса А, но по сути из-за возможного инфицирования специфическими вирусами пищевые отходы должны утилизироваться как отходы из инфекционных отделений, то есть как отходы класса Б [3].

Основной проблемой отделения в вопросе утилизации медицинских отходов, помимо утилизации пищевых отходов, является образование больших объемов отходов класса Б.

В отделении на 12 коек в сутки образуется: около 200-300 литров пластика (капельницы, шприцы, пакеты для инфузионных растворов); 50-100 литров памперсов и текстиля, загрязненного биологическими выделениями пациентов; 20-30 литров стеклянных флаконов и ампул.

В течение суток сбором, обеззараживанием и транспортировкой этих отходов занимается один человек. Обработка осуществляется химическим ручным методом, что при таких объемах довольно тяжелый труд. Недостатком такого метода является длительность цикла обработки. В отделении располагается 12 боксов, процедурная, санитарная комната и помещение криолаборатории. В каждом помещении находится по одному 10-ти литровому контейнеру для медицинских отходов класса Б. После наполнения контейнера желтый пакет необходимо закрыть стяжкой, довести до помещения для обеззараживания, постараться вскрыть, как это прописано в СанПиНе, залить дезинфицирующим средством (экспозиции каждого в зависимости от применяемого препарата от 15 до 60 минут), слить, переместить в еще один пакет, каждые 8 часов отвозить к месту временного хранения оборудованного холодильником для отходов (так как не предусмотрено дополнительное помещение для хранения в подразделении), далее специальная организация забирает отходы и утилизирует как отходы класса А (несмотря на лицензию и договор на вывоз медицинских отходов, у организации нет специализированного полигона для медицинских отходов).

Применение аппаратного метода обеззараживания и одновременного обезвреживания (спекание) в такой системе сухожара, как САМот от компании Мегатехника позволил бы решить проблему не только данного отделения, но и всего стационара.



Положительные стороны применения данной установки:

1. Высокая производительность. Один дезинфектор-деструктор «САМот» способен обеспечить потребности стационара на 1300–1500 коек.
2. Стоимость оборудования в 2–3 раза ниже, чем у зарубежных компаний.
3. Полное дезинфекция и изменение товарного вида медицинских отходов в одном устройстве. Не содержит режущих элементов, быстро выходящих из строя, что сокращает затраты на обслуживание и ремонт.
4. Широкий загрузочный люк диаметром от 600 мм до 1000 мм. Работа с оборудованием не требует спецобучения персонала.
5. Не требует подключения к системам канализации, фильтрации или водоподготовки.
6. Установка «САМот» обеспечена средствами оперативного контроля работы: химическими и биологическими индикаторами.
7. Экологическая и эпидемиологическая безопасность обработанных отходов

Также на территории отдельных подразделений можно использовать аппараты СВЧ-обеззараживания, но в условиях крупного стационара это экономически не выгодно.

Если рассматривать централизованный метод обработки отходов, то стоит отметить в этом свои плюсы. Медицинская организация должна обеспечить только сбор и хранение отходов согласно СанПиНу, а специализированная организация уже берет на себя обязанности вывезти, обеззаразить и уничтожить отходы уже на своей территории. На рынке данных услуг нашло применение модульной системы для обращения с медицинскими отходами. Модуль состоит из необходимых помещений: грязной зоны (пункт приема отходов, помещение хранения необеззараженных отходов, помещение с оборудованием для утилизации), чистой зоны (помещение для хранения обеззараженных отходов, помещение мойки контейнеров, служебные помещения персонала).

Но минусы здесь тоже есть. Из-за отсутствия строгого контроля за лицензированием таких организаций, стали отмечаться случаи нарушения схемы обращения с медицинскими отходами. Компании ради выгоды продает пластик как вторсырье, хотя законом это запрещено, либо утилизирует без должной обработки.

В Европе широкое распространение приобрели печи-инсенеаторы [3]. Плюсы этого устройства в том, что в нем можно утилизировать также органы и ткани. К тому же объем золошлакового остатка значительно меньше, чем у других установок по обезвреживанию отходов. Еще установки приспособливают к системе обогрева нежилых помещений. Однако в российских реалиях применение инсенеаторов имеет ряд значительных для экологии минусов. К ним относится: наличие вредных выбросов в атмосферу (необходимо тщательно следить за системой очистки), потребность утилизировать золошлаки как токсические отходы на специальных полигонах, применение для сжигания дизельного топлива или газа, что довольно дорогостояще.

Подводя итоги можно отметить, что применение аппаратного метода обработки медицинских отходов имеет много положительных сторон, что облегчает работу для медперсонала и улучшает качество обеззараживания и обезвреживания отходов. С развитием новых технологий утилизации медицинских отходов, каждая организация может выбирать оборудование из широкого разнообразия по способу обработки, объему и производителю. Но в любом случае, аппаратные методы улучшают качество обработки, облегчают работу для сотрудников медицинских учреждений и помогают экономить.

Поэтому так важно совершенствовать способы обеззараживания и обезвреживания медицинских отходов, а также найти альтернативу прежним методам утилизации, таким как сжигание и захоронение, в целях уменьшения объемов отходов и вреда для экологии.





**Литература**

1. Обращение медицинского персонала с медицинскими отходами: учеб.-метод. пособие / сост. Т.Г. Тренина, С.В. Метлушин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2015. 52с.
2. Акимкин. Эпидемиологические аспекты обращения с отходами лечебно-профилактических учреждений // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2005.
3. Бобович Б.Б. Управление отходами: Учебное пособие / Б.Б. Бобович. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 88 с. – (Высшее образование. Бакалавриат).



**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИК РАСЧЕТА  
СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ НА БАЗЕ  
АНАЛИЗА РЕКОМЕНДАЦИЙ,  
НОРМИРУЕМЫХ В США, АНГЛИИ, ФРАНЦИИ И ИТАЛИИ**

*Борисова П.А. (МГРИ, borisova\_18@mail.ru),  
Дерюшев Л.Г. (МГРИ, derjushev13@mail.ru).*

**Аннотация.** Анализируются методы расчета расходов воды внутренних систем водоснабжения РФ и зарубежных стран. Отмечаются положительные и отрицательные стороны, обосновываются предложения по их совершенствованию.

**Ключевые слова:** Системы внутреннего водоснабжения зданий и сооружений, методики, расчетные расходы.

В соответствии с новыми экономическими условиями, законодательством и структурой управления на базе действующих норм и правил в строительной области РФ, с учетом международных стандартов, в нашей стране разрабатывается новая система нормативных документов [1]. В частности, в области проектирования и строительства систем внутреннего водоснабжения и канализации зданий формируются работы по актуализации СНиП 2.04.01.-85\* [2], которые имеют индексацию СП [3]. С 1996 года было опубликовано три варианта СП [3], но работы в данном направлении продолжают сравнительно интенсивно не только по причине формирования новых направлений в области организации нормирования, но и наличия нерешенных вопросов по оценке расходов воды потребителями.

В настоящее время расчетный расход воды на тупиковом участке сети, предлагается определять по формуле [3]

$$q_o = \frac{\sum_1^m N_i P_i q_{oi}}{\sum_1^m N_i P_i}, \quad (1)$$

где  $N$  - количество санитарно-технических приборов;

$m$  - количество групп водопотребителей;

$q_{oi}$  - расход воды санитарно-техническим прибором  $i$ , л/с;

$P_i$  - вероятность действия санитарно-технических приборов, определяемая для каждой группы водопотребителей,

- при одинаковых водопотребителях

$$P_i = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_o \cdot N}, \quad (2)$$

где  $U_i$  - число водопотребителей различного типа;

$q_{hr,u}$  - норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч.

Следует отметить, что параметры расходов воды для зданий и сооружений, рассчитанные с учетом оценок по формулам (1, 2) [3], существенно разнятся от параметров, рассчитанных по формулам требований [4], что часто выявляется при согласовании балансовых расчетов расходов воды по объектам. Если придерживаться строгого теоретического определения вероятности случайного события  $P(A)$ , которое используется инженерами в технике [5], то

$$P(A) = \frac{m}{n}, \quad (4)$$

где  $m$  - число случаев, благоприятных событию  $A$ ;

$n$  - общее число случаев.

Закономерность или устойчивость проявления исследуемого случайного события  $A$  оценивается методами математической статистики с использованием математических



законов распределения случайных величин [5-7], которые подразделяют на дискретные и непрерывные.

Непрерывные случайные величины в отличие от дискретных величин могут принимать любые значения в границах известного интервала. Событие, связанное с включением или отключением санитарного прибора, относится к дискретным случайным величинам, а расход воды потребителем или санитарным прибором - к непрерывным величинам. Очевидно, существует принципиальная разница в методах оценки отмеченных однородных величин. Распределение дискретных величин подчиняется одним закономерностям, например, биномиальному закону, гипергеометрическому, закону Пуассона и т.д., а непрерывные величины - другим: нормальному, равномерному,  $\chi^2$  - распределению и т.д. Для каждого однородного потока случайных событий используются определенные формулы, оценки ее параметров, в том числе и вероятности исследуемого события. В случае же оценки вероятности действия санитарно-технических приборов  $P_i$  по формуле (2), определяемой для каждой группы водопотребителей или оценки расчетного расхода воды для различных приборов  $q_o$  по формуле (1), используемых разными потребителями на расчетном участке тупиковой сети, одновременно рассматриваются и дискретные и непрерывные величины. Подобный подход к инженерным расчетам трубопроводных систем водоснабжения противоречит не только законам теории математической статистики, но и бытовой логики. Например, наибольшее количество воды потребители расходуют при принятии ванны или уборке помещения, но это не значит, что данные события будут наблюдаться в установленное время, на заданном участке. И наоборот, участок сети может быть перегружен при одновременном включении одним потребителем мойки, стиральной машины и т.д., хотя норма расхода воды потребителем не будет достигать максимальных значений. До 1985 г в нашей стране использовались методы расчета внутренних систем водоснабжения и водоотведения зданий и сооружений сравнительно схожими с методами расчета, применяемых в США и Европейских странах. Эти методы не могут однозначно относиться к образцовым, но некоторые положения, которые приводятся в них, возможно, учесть при совершенствовании отечественных правил по расчету упомянутых внутренних систем.

### Расчет сети внутреннего водопровода в США

В стандарте BMS65 США, для определения расчетных расходов в сетях внутренних водопроводов были приняты следующие исходные предпосылки:

1). Вероятность одновременного действия количества  $m$  санитарных приборов из числа  $n$ , установленного на расчетном участке, вычисляется на основании функции биномиального распределения.

2). Вероятность работы отдельных, санитарных приборов того или иного типа определяется отношением  $t/T$ , где  $t$  - продолжительность работы водоразборной арматуры;  $T$  - продолжительность пользования санитарным прибором.

3). Вероятность нарушения расчетного режима принимается 0,01, т.е. в течение максимального водоразбора вероятность включения в работу  $m+1$  водоразборных точек не превышает 0,01.

Учитывая, что внутренний водопровод обслуживает санитарные приборы различного назначения, стандартом BMS65 было введено понятие "веса" того или иного санитарного прибора в системе, т.е. понятие эквивалента санитарно-технического оборудования, как это принималось и в нашей отечественной практике [8]. Для вычисления расчетных расходов на участках сети рекомендуется пользоваться эмпирической формулой:

$$q = 15N^{0,561}, \quad (5)$$

где  $q$  – расчётный расход, галлон/мин (3,79л/мин);



$N$  - количество санитарных приборов, выраженных в эквивалентах;

Эквивалентный расход принят расход смывным краном унитаза.

Соотношение по расходам горячей и холодной воды принимается равным: 0,25/0,75. В этом случае расходы в каждой сети вычисляются исходя из величины общей расчётной нагрузки, выраженной в эквивалентах, и умножаются на снижающий коэффициент, учитывающий одновременность работы холодного и горячего водопровода.

По мнению американских инженеров, рекомендованный метод определения расчетных расходов в большей мере отвечает требованиям эксплуатации систем водопровода в общественных зданиях. Расчетные расходы воды в жилых зданиях, оснащенных большим количеством санитарно-технического оборудования, являются завышенными. Поэтому при гидравлическом расчете производится их корректировка. При гидравлическом расчете внутренних водопроводов, рекомендуется потери напора оценивать до «центра тяжести нагрузки стояка». Одновременно с этим необходимо выполнять поверочный расчет, выявляющий достаточность напора (без учета потерь в трубопроводах) для нормальной работы наиболее удаленной и высоко расположенной водоразборной арматуры.

То обстоятельство, что понижающий коэффициент все же вводится в расчет, служит объяснением неполноценности основного метода вычисления расходов в сетях внутреннего водопровода и не отражает существа работы внутреннего водопровода и не гарантирует бесперебойность его действия.

#### Расчёт внутренних водопроводов в Англии

В Англии, как и в США, проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения осуществляется частными фирмами, поэтому строгих ограничений в пользовании методов оценки расходов и гидравлического расчета трубопроводов не предусматривается. Однако специальными указаниями, разработанными Research Station in England для расчета внутренних сетей холодного и горячего водоснабжения, рекомендуется метод, основанный на применении теории вероятностей и математической статистики [5-7]. Указанный метод вычисления коэффициента одновременности действия водоразборной арматуры аналогичен методу, применяемому в США и ранее применяемому в РФ [8]. Значительная сложность вычисления значений вероятности  $P = m/n$ , имеющая место при биномиальном распределении, затрудняла практическое применение этого метода. Поэтому в нормативных документах, учебных и справочных пособиях для удобства расчета внутренних, водопроводов (холодного и горячего) приводится таблица расчетных расходов, составленная применительно к типовому комплексу санитарно-технического оборудования жилых зданий. В связи с тем, что табличные значения расчетных расходов, вычисленные для типового решения, не могут быть рекомендованы для всех случаев жизни, понятие санитарно-технического эквивалента не устанавливалось, а в качестве исходных данных принималась сумма нормативных расходов из всех водоразборных точек, установленных на расчетном участке.

Наряду с таблицами для определения расчетных расходов, в технической литературе приводятся также различные графики для определения расчетных расходов воды в сети внутреннего водопровода.

В тех случаях, когда пользоваться таблицей или графикой практически неудобно, рекомендуется определять расчетные расходы в сетях горячего и холодного водопровода по эмпирической формуле:

$$q = 1,5\sqrt{Q} \quad (6)$$

где  $q$  - расчетный расход в фут<sup>3</sup>/мин. (0,3048 м<sup>3</sup>/мин);

$Q$  - полный расход в фут<sup>3</sup>/мин, при одновременной работе всех санитарных



приборов.

Результаты вычислений по этой формуле согласуются с требованиями установленных стандартов. При этом никаких поправочных коэффициентов, учитывающих одновременность действия обеих сетей, не вводится.

### **Расчёт внутренних систем водоснабжения во Франции и Италии**

Расчет и проектирование внутренних водопроводов во Франции и Италии регламентируется соответствующими нормами и техническими условиями. В соответствии с требованием норм расчёт внутренних водопроводов осуществляется таким образом, чтобы у арматуры наиболее удаленных и высокорасположенных санитарных приборов при максимальном водоразборе обеспечивался напор, достаточный для нормальной эксплуатации оборудования. Основные расчетные параметры, характеризующие гидравлический режим работы арматуры, приводятся в таблицах нормативных документов.

Расчетные расходы воды на участке сети рекомендуется вычислять по формуле:

$$q_p = K \sum_{i=1}^m q_i n_i, \quad (7)$$

где  $q_p$  - расчетный расход в л/сек;

$q_i$  - нормативный расход воды санитарным прибором данного типа в л/сек;

$n_i$  - количество санитарно-технических приборов одного наименования;

$K$  - коэффициент одновременности действия санитарных приборов на расчетном участке, принимаемый по таблице в зависимости от  $n$ .

Для вычисления коэффициента одновременности действия санитарных приборов используется эмпирическая формула  $K = 1/\sqrt{n-1}$ , в основу которой положен способ определения расчетных расходов в США. Рекомендуются также графики зависимости  $K = f(n)$ , построенные этим же способом для зданий с различным уровнем благоустройства.

### **Выводы:**

1 Анализ методов расчета расходов воды при проектировании внутренних систем водоснабжения, которые ранее использовались в нашей стране и за рубежом, позволяет сделать вывод о их подобию.

2. В целях совершенствования методов расчета расходов воды необходимо провести дополнительные исследования по уточнению параметров вероятности действия санитарно-технических приборов.

### **Литература**

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ "О техническом регулировании".

2. СНИП 2.04.01.-85\*. "Внутренний водопровод и канализация зданий".1996.

3. СП 30.13330 -2016. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2017.

4. СП 31. 1330-2012. "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". 2019.

5. Дунин - Барковский И.В. и Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть). //Технико-теоретической литературы.1955. С.17-80

6. Шопенский Л.А. Методы расчёта внутренних водопроводов в США, Англии, Франции и Германии. // Информационно-издательский сектор, 1964. С. 3- 48

7. Конюшков А.М.. Водопотребление и состояние водоснабжения в зарубежных странах.// ЦИНИС, 1958. С. 2-35

8. СНИП I - Г. 1-70. Внутренний водопровод зданий. Нормы проектирования. М., 1970 .





## КОМПЛЕКСНЫЕ ТИТАНСОДЕРЖАЩИЕ КОАГУЛЯНТЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

*Кузин Е. Н.\* (Российский химико-технологический университет  
им. Д. И. Менделеева, e.n.kuzin@mail.ru)*

### **Аннотация**

Проведены исследования по получения комплексных титансодержащих коагулянтов из крупнотоннажного сырья (нефелин). Проведена оценка влияния продуктов гидролиза соединений титана на эффективность коагулянта. Получены данные по эффективности использования комплексных титансодержащих реагентов в процессах очистки оборотной воды в сравнении с традиционными коагулянтами (сульфат алюминия)

**Ключевые слова** Комплексный коагулянт, продукты гидролиза соединений титана

Очистка образующихся сточных вод – неотъемлемая часть любого производства. В зависимости от требований контролирующих органов, сточные воды, прошедшие локальные очистные сооружения предприятия, могут направляться на городские сооружения глубокой биологической очистки (хозяйственно-бытовые и промышленные стоки), могут быть возвращены в производство (технологическая вода) или сброшены в водоем (ливневый сток).

В процессе добычи полезных ископаемых с целью снижения коррозии оборудования обычно используется пресная вода. В процессе добычи она контактирует с породой и загрязняется различными веществами. Как правило, для возврата такой воды в технологический цикл достаточно очистить ее от взвешенных частиц и эмульгированных нефтепродуктов.

Обычно данные воды направляют в резервуары отстойники (пруды). В случае образования больших объемов воды и отсутствия возможности длительного отстаивания применяют системы тонкослойного отстаивания совместно с физико-химической обработкой (коагуляция/флокуляция).

На сегодняшний день для решения подобных задач в качестве коагулянтов обычно используют сульфат алюминия. Данный реагент обладает относительно высокой эффективностью при низкой стоимости. Существенным недостатком данного коагулянта является низкая эффективность при пониженной температуре и ограниченный диапазон pH [1].

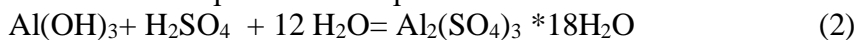
В качестве альтернативного реагента могут быть использованы комплексные титансодержащие коагулянты, обладающие высокой эффективностью и лишенные недостатков традиционных реагентов [2, 3].

Основной задачей данной работы являлась оценка возможности использования комплексных титансодержащих коагулянтов, полученных из ильменита.

Образец ильменитового концентрата Иршанского месторождения вскрывали серной кислотой (реакция 1) согласно традиционной схемы производства пигментного диоксида титана [4].



Полученные растворы тиосульфата титана фильтровали для отделения не вскрытой руды, а избыточную серную кислоту нейтрализовали гидроксидом алюминия. Доза гидроксида алюминия подбиралась таким образом, чтобы образующийся по реакции 2 кристаллогидрат сульфата алюминия самопроизвольно кристаллизовался.





Полученные образцы комплексного коагулянта испытывали на технической воде процесса флотационного обогащения руды. Исходная вода характеризуется высоким содержанием взвешенных веществ (менее 10 мкм – 1220 мг/л), высоким содержанием ПАВ, а также примесями нефтепродуктов (до 100 мг/л), рН 6,74. Пробную коагуляцию проводили на лабораторном флокуляторе фирмы VELP, а оценку эффективности очистки вели по изменению содержания взвешенных веществ. В качестве образца сравнения использовали сульфат алюминия. Данные по эффективности очистки представлены на рисунке 1.

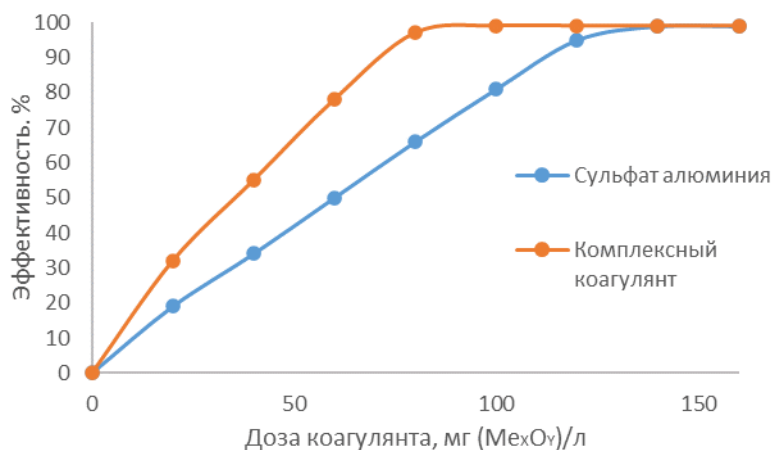


Рисунок 1. Эффективность очистки воды

Из данных рисунка 1 видно, что по своей эффективности комплексный титансодержащий коагулянт значительно превосходит традиционный реагент. Необходимо отметить что скорость оседания частиц при использовании комплексного титансодержащего коагулянта была примерно на 10 – 15 % выше, а осадок имел более плотную структуру и быстрее фильтровался (до 40 % быстрее). Данное явление можно объяснить процессами, протекающими на поверхности частиц продуктов гидролиза соединений титана и в частности явлениями флокуляции и зародышеобразования [5-6].

#### Литература

1. Драгинский В. Л., Алексеева Л. П., Гетманцев С. В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. М., Науч. изд. 2005. 576 с.
2. Xu J, Zhao Y, Gao B, Zhao Q Enhanced algae removal by Ti-based coagulant: comparison with conventional Al-and Fe-based coagulants Environmental //Science and Pollution Research 25 (13), 13147-13158
3. Izmailova N.L., Lorentson A.V., Chernoberezhskii Y.N .Composite coagulant based on titanyl sulfate and aluminum sulfate // Russian Journal of Applied Chemistry. 2015. Т. 88. № 3. С. 458-462.
4. Химия и технология редких и рассеянных элементов, ч.2. Под ред. К.А. Большакова. Учеб.пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1976. - 360 с.
5. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие Текст // М.: ИКЦ «Академкнига». -2007. -309 с.
6. Т.-Н. Wang , A. M. Navarrete-López , S. Li , D. A. Dixon , and J. L. Gole , “ Hydrolysis of  $TiCl_4$ : Initial steps in the production of  $TiO_2$ ,// J. Phys. Chem. A 114(28), 7561–7570 (2010).



## ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Натчук М.В. (МАОУ лицей №81, maks2002.new@mail.ru),  
Стрельцов А.А. (МАОУ лицей №81, maks2002.new@mail.ru), Васильев М.А.  
(МАОУ лицей №81, maks2002.new@mail.ru)*

### АННОТАЦИЯ

В данной работе представлена концепция новой технологии прокладки труб на крайнем севере с использованием новых экологически чистых композитных материалов, которые приходят на смену чугунным и стальным трубопроводам. Данный тип трубопроводов гораздо прочнее и эффективнее чем нынешнее. Отмечается экологический и технологический скачок с переходом на новую технологию. В дальнейшем эту систему можно использовать также и в городских ЖКХ, а также в системе частных и городских трубопроводов. Помимо перечисленного, отмечается снижение экономических затрат на менее трудоемкое производство.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Композитные материалы, новая технология, трубопровод, труба, углеволокно, стекловолокно, карбон, промышленные объекты, крайний север.

Трубы и соединительные детали изготавливаются из композитных материалов на основе стекловолокна, углеволокна, синтетических тканей и предназначены для транспортировки жидких, газообразных и твердых веществ. Композитные трубы обладают повышенной устойчивостью к коррозии, к воздействию различных агрессивных сред, долговечны, являются диэлектриком, успешно используются при прокладке трубопроводов методом микротоннелирования. Композитные трубы – это превосходная альтернатива стальным, чугунным, железобетонным и пластиковым трубам.

Трубы изготавливаются методом непрерывной намотки (филаментной намотки) стекловолокна на специальные формы (матрицы, сердечники) под углом к оси вращения формы, от величины которой зависят прочностные характеристики изделия. Система двойной подачи смолы позволяет параллельно применять стандартную смолу устойчивую к агрессивным средам, а также смолу для ламинирования поверхности.

Трубы могут прокладываться под землей (в теплом климате), над землей, под водой, без применения траншей и т.д. Выбор технологии прокладки зависит от назначения трубопровода, прочности труб, глубины заложения, ширины траншеи, характеристики естественного грунта, от наличия дополнительных нагрузок и вида материала обратной засыпки.

Преимущества труб:

- Трубы из композита обладают прочностью металла и меньшим весом: 15-25% от веса стальных труб и 10% – бетонных труб;
- Трубы устойчивы к воздействию внешних агрессивных и химически активных сред, в том числе сульфатов и хлоридов;
- Трубы устойчивы к суровым погодным условиям;
- Трубы могут храниться и эксплуатироваться при температуре окружающей среды от -40°C до +40°C при условии не замерзания жидкости внутри резервуара;
- Рабочая температура жидкости внутри от -80°C до +80°C;
- Срок эксплуатации изделий из стеклопластика составляет более 50 лет;



- Устойчивость к коррозии, трубы не подвержены обрастанию мхом и плесенью, что снижает стоимость последующих эксплуатационных расходов;
- Пропускная способность труб на 20-25% выше, чем у стальных труб того же диаметра;
- Сравнительно низкая масса конструкций, облегчающая монтаж и удешевляющая транспортировку;
- Высокая скорость монтажа трубопроводов: за один рабочий день можно произвести монтаж 200–250 м трубы диаметром 800 мм;

Трубы для микротоннелирования:

Трубы применяются при строительстве или ремонте систем водоснабжения и водоотведения (канализации), нефте-газо-теплопроводов и кабелей связи в городских условиях, при наличии водных и транспортных преград. Прокладка труб методом микротоннелирования или методом бестраншейной прокладки может проводиться на глубинах до 5 м и на расстояния до 50 м с помощью пневмопробойников, а также на глубинах до 8 м и на расстояния до 1,5 км с применением микрощитов.

Диаметр трубы, мм		Толщина стенки трубы, мм	Кольцевая жесткость, Н/м <sup>2</sup>	Материал муфты	Максимальное осевое усилие, кН	Масса, кг/м
наружный	внутренний					
564	500	32	50000	стеклопластик	703	115
664	600	32		стеклопластик	964	138
776	700	38		стеклопластик	1337	192
876	800	38		стеклопластик	1670	219
1090	1000	45		стеклопластик	2450	321
1304	1200	52	64000	стеклопластик	3487	441
1520	1400	60		стеклопластик	4822	596
1736	1600	68			6054	775
1960	1800	80		стеклопластик	9000	1099
2184	2000	92		80000		13833

Рисунок 1. Параметры стеклопластиковых труб для микротоннелирования

Показатели	Значения показателя	Единицы измерения
Номинальное давление, РН	1-32	
Кольцевая жесткость	2,5-10	кН/м <sup>2</sup>
Плотность	1600-2000	кг/м <sup>3</sup>
Разрушающее напряжение при сжатии (растяжении)	410	МПа
Модуль упругости при растяжении	21-41	ГПа
Модуль упругости при изгибе	27-41	ГПа
Коэффициент линейного расширения	0,45-8,3	х10 <sup>6</sup> град <sup>-1</sup>
Коэффициент теплопроводности	0,3-0,5	Вт/м*С
Коэффициент Пуансона осевой (кольцевой)	0,22-0,29	
Скорость прохождения жидкости по трубе	150	м/с
Коэффициент шероховатости	0,010	
Сейсмичность по шкале MSK-64	9	балов

Рисунок 2. Физико-механические характеристики труб



Рисунок 3. Номенклатура труб

Соединение труб и деталей трубопровода:

Раструбные трубы соединяются путем вдвигания гладкого конца одной трубы в раструб другой, для герметизации стыка используется специальное уплотнительное кольцо. Данный тип соединения применяется в напорных и безнапорных трубопроводах и рекомендован для прокладки в «подвижных» (болотистых, горных и подводных) грунтах. Целостность таких сооружений сохраняется, благодаря возможности трубопровода отклоняться от центральной оси на угол до 5°, без каких-либо повреждений, меньшее количество стыков по сравнению с муфтовым соединением позволяет сократить время на монтаж трубопровода.

Параметр	Стеклопластик	Сталь	Чугун	Бетон	ПВХ
Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	1,8	7,8	7,2	2,4	1,4
Ударопрочность	Наилучший показатель	Хорошая	Хорошая	Средняя	Средняя
Обслуживание	Не требуется	Регулярно	Регулярно	Регулярно	Периодически
Устойчивость к коррозии	Устойчив	Корродирует, требуется защита	Корродирует, требуется защита	Устойчив	Устойчив
Морозостойкость	до -40 (-80)	до -60	до -60	до -50	до -10
Устойчивость к блуждающим токам	Диэлектрик	Проводник	Проводник	Неустойчив	Диэлектрик
Срок службы	более 50 лет	до 10-15 лет	20-30 лет	20-50 лет	15-20 лет

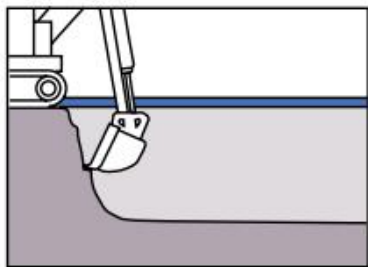
Таблица 1. – Сравнение стеклопластиковых труб с трубами из других материалов

Основная схема прокладки труб:

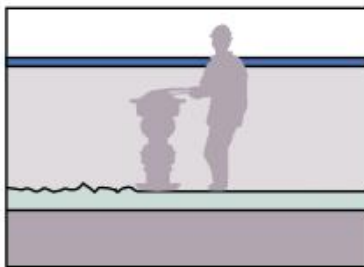




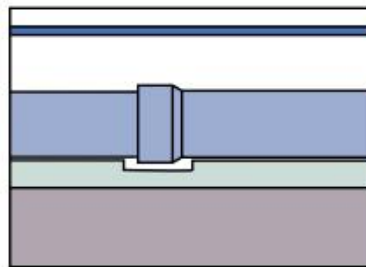
Подготовка траншеи



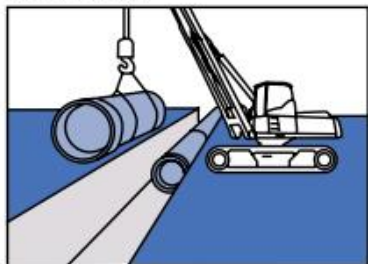
Подготовка грунтового основания



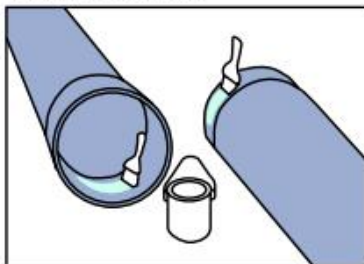
Углубление под соединительную часть



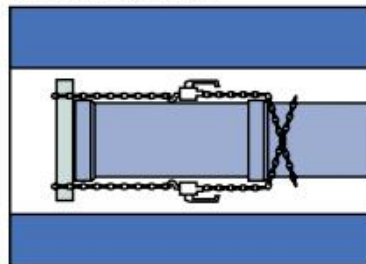
Опускание труб



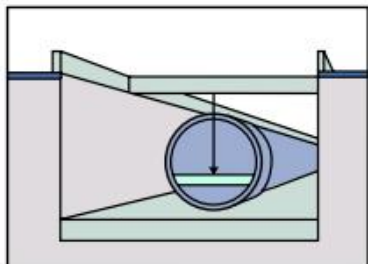
Нанесение лубриканта



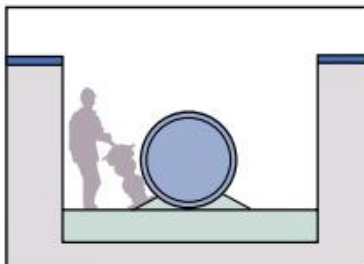
Соединение труб HELYX



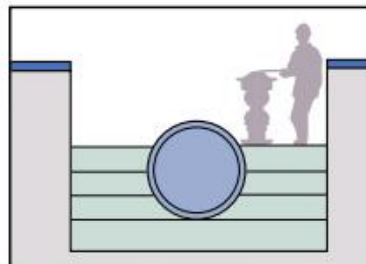
Центровка трубы



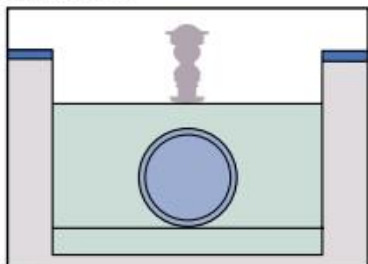
Уплотнение засыпки нижней части



Уплотнение засыпки вокруг трубы



Засыпка трубы



### ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Корнев, Ю.Н. Рыбаков. Композиционные полимерные материалы для технических средств нефтепродуктообеспечения, Наука, техника и образование. - 2015. - №3(9).
2. О.В. Пустовойтов. Трубопроводы и емкости высокого давления в стеклопластиковой оболочке, Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов», Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков, Украина. – 2000.- №22. - с. 148-151.



## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ РЕАГЕНТНОМ КОАГУЛИРОВАНИИ ВОДЫ

Овсянникова И.В.\* (МГРИ, ira-ows@yandex.ru),

Фрог Б.Н. (МГРИ, bs\_frog@mail.ru)

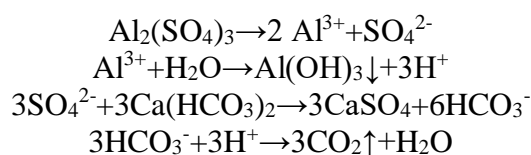
### Аннотация

В данной статье приведено теоретическое обоснование применения аэрации для повышения эффективности разделительных способов очистки, основанных на явлении коагулирования. Так же решена задача разработки способа предотвращения явления флотации, возникающей из-за адсорбции пузырьков углекислого газа на хлопьях гидроксида алюминия.

### Ключевые слова

Флотация, коагулирование, осветлитель, аэрационный метод.

При коагулировании воды, используя в качестве коагулянта сернокислый алюминий, в процессе гидролиза ионов  $Al^{3+}$  происходит закисление среды с образованием свободной углекислоты:



Значительная часть ионов  $HCO_3^-$  и  $CO_2$  оказывается сорбированной на поверхности микроколлоидных частиц гидроксида алюминия, что приводит к замедленному хлопьеобразованию, медленному осаждению или всплыванию коагулянта в результате флотации.

Особенно актуальна проблема борьбы с флотацией коагулянта в условиях подогрева воды на теплоэлектростанциях, когда растворенные в воде газы переходят в диспергированное состояние и добавка коагулянта резко интенсифицирует процесс воздухоотделения. Наблюдения показали, что без предварительного воздухоотделения при подогреве воды от 0 – 10°C до 25 – 30°C флотация может привести к сплошному выносу хлопьев взвеси из контактной среды и полному прекращению процесса осветления.

Найдено, что количество сорбированной углекислоты, отнесенное к единице веса коагулянта,  $\Delta CO_2 / Al(OH)_3$ , в мг на 1 мг коагулянта, растет с уменьшением дозы коагулянта и с увеличением значения pH воды. Заметное изменение характера процесса коагуляции и поведения коагулированной взвеси наступает при примерно одинаковых весовых количествах механических примесей и гидроксида алюминия. При мутности воды менее 30 мг/л необходимы специальные мероприятия, чтобы предотвратить флотацию коагулянта углекислотой и улучшить гидравлические параметры взвеси.

В связи с тем, что медленное осаждение и флотация коагулянта отрицательно влияют на производительность и эффективность работы осветлителей, разработан новый аэрационный метод улучшения параметров взвешенной контактной среды осветлителей.

Суть метода заключается в том, что механическое перемешивание воды осуществляется в слое небольшой толщины, происходит частичное разбивание хлопьев взвеси, сопровождаемое увеличением удельной площади поверхности сорбции, более



чем на порядок. Удаление углекислоты из состава хлопьев коагулята достигается посредством десорбции ее воздухом.

Важным расчетным параметром, определяющим эффективность процессов десорбции, является суммарная поверхность газовых пузырьков  $F$  в зависимости от высоты аэрируемого слоя воды  $H_m(m)$ :

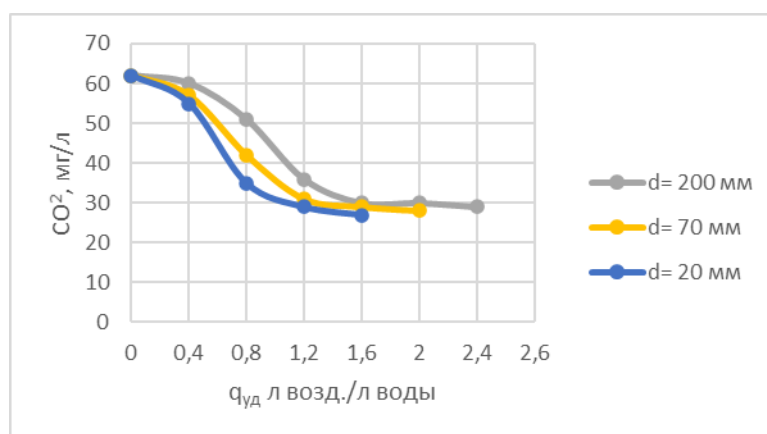
$$F(m^2) = 6\beta Q_b H_m / v d,$$

где  $Q_b (m^3/c)$  – общий расход воздуха,

$v (m/c)$  – скорость всплывания пузырьков воздуха в воде (принимается постоянным),

$\beta$  – поправочный коэффициент, учитывающий степень отклонения действительной скорости всплывания газовых пузырьков от той, которая может быть рассчитана, исходя из идеальных условий распределения воздуха и прямолинейного всплывания отдельных пузырьков.

Зависимость удельного расхода воздуха, необходимого для дегазации воды, от диаметра пор воздухораспределительной системы носит линейный характер.



**Рисунок 1.** Влияние размера пор воздухораспределительной системы на процесс удаления  $CO_2$  в зависимости от удельного расхода воздуха

При малом диаметре пор эффективное удаление углекислоты из воды происходит при расходе воздуха в объеме 1,2 – 1,8 на 1 литр воды (рисунок 1). Десорбция углекислоты частиц и агрегатов гидроксида алюминия происходит при значительно меньших расходах воздуха, а именно 0,2 – 0,4 воздуха на 1 литр воды.

Используя аэрационный метод удаления углекислоты из гидроксида алюминия, значительно снизится концентрация углекислоты и повысится производительность осветлителя. Вместе с этим одновременно улучшатся показатели качества очищенной воды: по остаточному железу, алюминию и окисляемости.

### Литература

1. Кургаев Е.Ф. Осветлители воды // М: Стройиздат, 1977 г.
2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка // М: Издательство МГУ, 1996 г.
3. Драгинский В. Л., Алексеева А. П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод // М: Научное издание, 2005 г.
4. Мещерский Н.А. Эксплуатация водоподготовительных установок электростанций высоко давления // М: Энергоатомиздат, 1984 г.



## РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫСОКОЦВЕТНЫХ ВОД МАЛОЙ МУТНОСТИ

*Овсянникова И.В.\* (МГРИ, ira-ows@yandex.ru),  
Патваканян Р.В. (МГРИ, patr97@mail.ru),  
Фрог Б.Н. (МГРИ, bs\_frog@mail.ru)*

### Аннотация

Данная статья посвящена решению актуальной экологической задачи, связанной с необходимостью снижения доз реагентов (коагулянтов) в процессах водоподготовки для нужд тепловых электростанций.

### Ключевые слова

Осветлитель со взвешенным осадком, коагулирование, повторное использование осадка, промывные воды, реагенты.

Речные воды северных регионов России характеризуются высокой цветностью и малой мутностью (3 – 10 мг/л). При их очистке на промышленных предприятиях применяют осветлители со взвешенным осадком с использованием повышенных доз коагулянтов, что приводит к появлению в воде высоких остаточных концентраций железа, алюминия и органических соединений.

Предложено эмпирическое выражение для расчета оптимальной дозы коагулянта ( $D_k$ ) при обработке высокоцветных маломутных вод в осветлителях со взвешенным осадком:

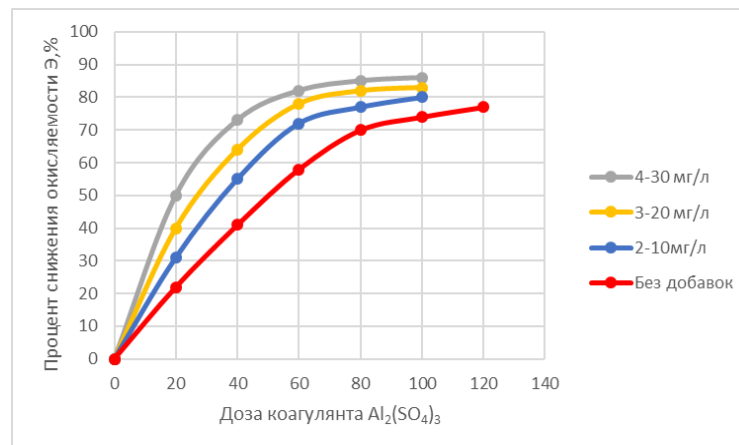
$$D_k(\text{техн}) \approx \frac{5 A [Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O]}{Al_2O_3}$$

где  $A$ , мг $O_2$ /л – окисляемость.

Результаты показали, что адсорбция веществ, придающих воде цветность на гидроксиде алюминия происходит, в основном, в течение первых минут после добавления в воду коагулянта до начала хлопьеобразования. Далее в течение 1,5 часов происходит коагуляция и седиментация образовавшихся хлопьев. При этом эффект обесцвечивания остается почти постоянным.

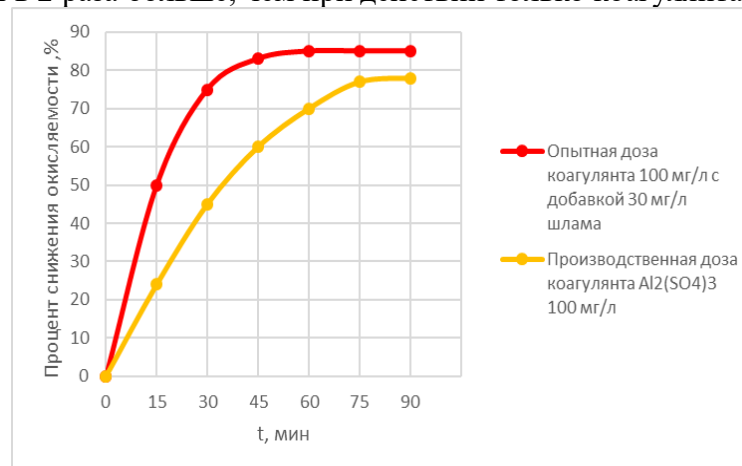
Одним из способов ускорения процесса коагуляции коллоидных гидроокисей является использование искусственных добавок – замутнителей, главным образом, глин. Увеличение качества взвеси в воде способствует достижению критической концентрации хлопьеобразования, вследствие чего удельная доза коагулянта по отношению к количеству коагулируемых примесей уменьшается.

Исследовано влияние на свойства коагулированной взвеси повторного использования осадка осветлителей. Выявлено, что с увеличением дозы добавляемого осадка эффект обесцвечивания воды возрастает: от 76% в отсутствии добавок до 86% при добавке 30 мг/л (рисунок 1). Дальнейшее увеличение дозы осадка до 50 мг/л и более не приводит к дополнительному росту эффекта обесцвечивания, что говорит о возможности снижения дозы коагулянта на 15-30 мг/л заменяя его добавлением 10-30 мг/л осадка.



**Рисунок 1.** Зависимость степени обесцвечивания речных вод от дозы коагулянта в присутствии различных добавок шлама осветлителя

При добавлении осадка совместно с коагулянтом эффект обесцвечивания воды за первые 15 мин почти в 2 раза больше, чем при действии только коагулянта (рисунок 2).



**Рисунок 2.** Влияние добавок осадка осветлителя на кинетику обесцвечивания речной воды. Окисляемость исходной воды 19,4 мг  $O_2$ /л

При добавлении в речную воду различных доз шламов из осветлителя после 1,5 часового отстаивания положительный эффект осветления достигается и без ввода коагулянта.

Наибольший эффект будет достигнут, если отработанный шлам подавать в трубопровод сырой воды до подачи коагулянта, тем самым существенно повысится концентрации взвеси в слое взвешенного осадка и улучшится качество коагулированной воды.

На основе анализа работы осветлителя ЦНИИ-3 установлено, что при использовании данного метода на действующих теплоэнергетических предприятиях улучшится качество воды по остаточной окисляемости (на 26%), по содержанию в воде алюминия (на 57%) и железа (на 43%).

Одним из перспективных направлений водоохранной деятельности на предприятиях теплоэнергетики является возможность использования промывных вод фильтров в оборотном водоснабжении без их сброса в канализацию или в реки.

Независимо от сезона, за счет добавления к маломутной речной воде дополнительной взвеси, поступающей с промывной водой, происходит улучшение





параметров коагуляции и осветления, что существенно сказывается на качестве отстоянной воды и фильтрата.

Наблюдения за динамикой осветления промывной воды в резервуаре показали высокую эффективность процесса без применения коагулирующих реагентов. При отстаивании в течение 1 часа мутность промывной воды в резервуаре снижалась с 50 – 70 мг/л до 5-15 мг/л.

При смешивании речной воды (мутность 3,0 – 5,0 мг/л, цветность 33 – 55 град, щелочность 2,48 – 2,58 мг-экв/л) с промывными водами замечено улучшение качества отстоянной и фильтрованной воды (в сравнении с принятой технологией водоочистки без добавок промывных вод): по мутности 0-1,5 мг/л (2,0-2,5 мг/л) и по содержанию остаточного алюминия 0,3-0,44 (0,7, - 0,8 мг/л).

### **Литература**

1. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка // М: Издательство МГУ, 1996 г.
2. Фрог Б.Н. Водоподготовка // Москва, 2016 г.
3. Рябчиков Б. Е., Современная водоподготовка // М: ДеЛи плюс, 2013 г.
4. Кургаев Е.Ф. Осветлители воды // М: Стройиздат, 1977 г.
5. Драгинский В. Л., Алексеева А. П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод // Научное издание, Москва, 2005 г.



## ВОДОСНАБЖЕНИЕ ДЛЯ НАРУЖНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Грибанов Я.А. \* (МГРИ, ya.yagr87@yandex.ru)

**Аннотация.** Для наружного пожаротушения следует неукоснительно придерживаться рекомендаций по проектированию соответствующих систем. В работе рассмотрены важнейшие вопросы организации системы тушения пожаров.

**Ключевые слова:** гидрант, насосное оборудование, источник водоснабжения, резервуар.

Успех борьбы с пожаром зависит от достаточного запаса воды, что позволяет контролировать распространение пожара и помогает организовать спасательные операции.

Пожарно-спасательная служба должна иметь доступ к источнику водоснабжения для проведения противопожарных и спасательных операций. Обычно это обеспечивается от централизованных водопроводов через пожарные гидранты, или через альтернативные источники, такие как резервуары.

В некоторых случаях существующего водоснабжения может быть достаточно, и нет необходимости в дополнительном водоснабжении. Поэтому важно действовать в согласовании с пожарно-спасательной службой и водохозяйственным органом на ранних стадиях проектирования, чтобы определить, какое водоснабжение, если оно имеется, должно соответствовать ФЗ о пожарной безопасности.

### 1. Водоснабжение

Каждое здание должно быть обеспечено водоснабжением для тушения пожаров и проведения спасательных работ:

- жилищно-коммунальное водоснабжение;
- альтернативное водоснабжение.

### 2. Централизованное водоснабжение

Существующий гидрант может использоваться для подачи воды для пожаротушения, если:

- площадь здания составляет не более 280 м<sup>2</sup>;
- гидрант находится на расстоянии не более 100 м от здания;
- ни одна часть здания не имеет площадь более 280 м<sup>2</sup>;
- верхний этаж не более 7,5 м над уровнем.

### 3. Расположение гидрантов

В здании с площадью более 280 м<sup>2</sup> должен быть хотя бы один гидрант, но где нет водопроводной воды, должен быть предусмотрен альтернативный источник водоснабжения. Гидранты должны быть расположены снаружи каждого здания или быть доступными, если они общие для нескольких зданий:



Рисунок 1. Расположение гидранта и насосного устройства.

- расстояние не более 60 м от хотя бы одного входа;
- положение вокруг объекта строительства должно быть таким, чтобы каждый внешний выступ здания находился в пределах 60 м от гидранта;
- должны находиться на расстоянии не менее 6 м от здания;
- расположены рядом с парковочным местом для машины, оборудованной насосным устройством (рисунок 1);



- для машины с пожарным оборудованием должно быть предусмотрено парковочное место, водный гидрант должен быть расположен рядом с этим парковочным местом;
- гидранты должны быть доступны для подключения в любое время;
- должен существовать свободный путь пожарного рукава между гидрантом и зданием;
- гидрант должен соответствовать ГОСТ;
- пожарный гидрант должен быть обозначен табличкой, прикрепленной рядом, и заметной.

#### 4 Критерии эффективности гидрантов

Гидрант должен быть подсоединён к водопроводной трубе, способной подавать расход не менее 1,5 м<sup>3</sup>/мин. из сети. Однако не каждый водопровод может иметь такие характеристики – давление и расход в сети могут быть недостаточными для противопожарных операций.

#### 5. Переносные насосы

В некоторых случаях, когда у существующих зданий не хватает пожарных гидрантов, обычной практикой является использование переносных насосов для



Рисунок 2. Переносные насосы для пожаротушения.

перекачки воды на пожар (рисунок 2). Хотя этот метод водоподачи является довольно распространённым, его следует избегать при проектировании новых зданий из-за задержки в развёртывании пожарных расчётов и потери времени в подаче воды.

#### 6. Альтернативное водоснабжение

Там, где отсутствует водопроводная вода, или в водопроводной магистрали недостаточно давления и расхода, или предлагается альтернативное устройство, альтернативный источник подачи должен быть в наличии в соответствии со следующими рекомендациями:

- наличие заполненного водой стационарного резервуара объемом не менее 45 м<sup>3</sup>;
- наличие водоисточника – реки, канала, озера, пруда или родника, способных обеспечить или хранить не менее 45 м<sup>3</sup> воды в любое время года, с наличием доступа, наличием места и его надёжного положения с целью размещения насосного оборудования;
- наличие любых других средств обеспечения водой для противопожарных целей, которые пожарно-спасательные службы сочтёт необходимыми.

#### Литература

1. Родионов, Е.Г. Решение комплекса задач организации пожаротушения в населенных пунктах: дис. ... канд. техн. наук. М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – 272 с.
2. Остах С.В. Диспергирование жидкости интегрированными устройствами дымоподавления и пожаротушения: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1997. – 407 с.
3. Сальников В.В. Выбор типов и размещение автоматических установок пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения в подэскалаторном пространстве метрополитенов: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2006. – 196 с.



## ВЛАЖНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ОСАДКА В ZIMPRO-ПРОЦЕССЕ С ПОЛУЧЕНИЕМ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

*Зубарева О.И. (МГРИ, zubareva\_olga\_555@mail.ru)*

**Аннотация.** С ростом населения при необходимости очистки больших объёмов сточных вод резко возрастает количество избыточного активного ила, и это связано с ужесточением экологических нормативов и поиском путей его утилизации. Обработка ила имеет особое значение, поскольку процесс занимает 50 % эксплуатационных затрат. Окисление влажным воздухом (WAO) может применяться для окончательной стабилизации осадка, а также для вторичного использования при производстве побочных продуктов, такие как уксусная кислота. Описываемая технология идёт под высокими давлением и температурой в присутствии окислителя, и в конечном счёте идёт разложение коммунальных органических отходов. Исследования по кинетике и особенностям мокрого окисления идут в направлении выявления преимуществ и недостатков метода. В работе рассматривается роль окисления влажным воздухом активного ила и проблемы технологии. WAO идёт в широком диапазоне температур, подходящих для обработки различных отходов. Влажное окисление положительно влияет на глобальное потепление и эвтрофикацию водоёмов по сравнению с традиционными методами переработки. В целом, это технология способна значительно улучшить контроль за биоотходами. Применение этой технологии к городским отходам уменьшает объём сброса более чем на 90 %. Кроме того, условия процесса задаются такими, чтоб образовывались углеродные соединения, такие как уксусная кислота.

**Ключевые слова.** Уксусная кислота, осадок, сверхкритическое окисление водой (SCWO), окисление влажным воздухом, процесс Zimpro.

Процесс Zimpro – это относительно инновационный способ обработки осадка. Он функционирует на основании принципов окисления органических веществ, содержащихся в воде, и доступных для окисления, и какая бы теплота не образовывалась, окисление на этой стадии более эффективно, чем высушивание и сжигание осадка в виде топлива. Поскольку тепло выделяется топливом только сгорании в присутствии воздуха, процесс Zimpro зависит от его количества, подаваемого в реактор. Одной из целей этого процесса является получение максимального количества теплоты из органического вещества в отходящий поток на единицу сжатого воздуха, подаваемого в реактор.

Поскольку процесс Zimpro позволяет обходиться без фильтров, реагентов, установок обезвоживания, мусоросжигательных заводов и прочего оборудования, он уменьшает занимаемые ими площади. Конечными продуктами являются пар, азот, CO<sub>2</sub> и зола. Выхлопные газы из реактора, «промытые» водой, не содержат летучей золы и практически не имеют запаха.

При обработке осадка сточных вод окисление идёт под непрерывной подачей осадка и пропорционального количества воздуха в реактор. Горение происходит, когда кислород сжатого воздуха соединяется с органическим веществом осадка с образованием CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и пара, в то время как зола остается в воде. Реактор и весь технологический процесс поддерживаются автоматикой, то есть обеспечивается постоянное давление и температура, и продукты сгорания непрерывно удаляются из реактора. Если концентрация летучих веществ высока, и достаточно велика концентрация осадка сточных вод (> 5 %), пар, а также газы (CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>), являющиеся продуктами сгорания, будут содержать достаточное количество энергии для работы компрессоров и насосов. Остаточная горячая вода из реакторов используется в теплообменниках, поднимающих температуру поступающего ила и воздуха для последующего окисления. Таким образом, после запуска процесса не требуется внешнего источника тепла или энергии для поддержания горения. Оборудование, необходимое для процесса Zimpro, включает в себя: компрессор, ресивер воздуха, иловый насос высокого давления, резервуар для хранения





ила с мешалками, теплообменники, реактор, сепаратор и охладитель. Конечные продукты представляют:

- неорганическую, инертную, биологически безопасную золу;
- остаточную воду;
- газообразные продукты сгорания, не имеющие запаха (углекислый газ, азот и пар).

Завод рассчитан на автоматическую работу с минимальным обслуживанием. Воздушный компрессор и шламовый насос являются единственными единицами оборудования с движущимися частями. Потребляемая мощность составляет примерно 35 кВт на тонну по сухому весу.

Проблемы данного процесса обусловлены кислой средой осадка (что может потребовать вентиляции) и возможным наличием запахов от образовавшихся газов (может потребоваться установки для каталитического сжигания).

Состав осадков сточных вод может различаться сильно, но основными и постоянными являются углеводы, жиры и белки. На первом этапе процесса осадок включает в себя большую часть нерастворимой органики, превращаемой в более простые растворимые органические соединения (сахара, аминокислоты, жирные кислоты и др.). Затем меньшие молекулы окисляются в легко биоразлагаемые и насыщенные кислородом продукты (диоксид углерода, неорганические соли и воды). Это превращение достигается при помощи реакций гидролиза и окисления в сериях, которые идут в присутствии углеводородного радикала, полученного через окисление связи С–Н. Полученные радикалы способны окислять все органические соединения, содержащие водород. Органические соединения постепенно разлагаются на более стабильные промежуточные продукты, которые, в конечном итоге, окисляются до диоксида углерода и воды. Скорость реакции замедляется, поскольку легко окисляемые соединения постепенно заканчиваются и образуется уксусная кислота и другие стабильные промежуточные продукты.

Чтоб упростить механизм понимания WAO, можно предположить, что утилизация осадка идёт двумя путями – прямым или косвенным. В первом, все начальные относительно нестабильные промежуточные продукты активного ила прямо реагируют с кислородом, превращаясь в углекислый газ. При втором, эти первоначально относительно нестабильные интермедиаты сначала подвергаются гидролизу с образованием относительно тугоплавких интермедиатов, таких как уксусная кислота, затем окисляясь в углекислый газ. Однако осадок содержит сложную смесь соединений. Некоторые органические соединения в WAO полностью окисляются, тогда как другие превращаются в промежуточные продукты с более низкой реакционной способностью.

WAO эффективно гидролизует твердые частицы ила, однако окисление органики не полное, и на выходе можно иметь до 10 % ацетатов. Образование органических кислот определяется температурой реакции. Выход  $\text{CH}_3\text{COOH}$  возрастает в четыре раза при увеличении температуры с 180 до 240° С за 40 минут.

Двухступенчатый процесс для улучшения качества  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , идёт в гидротермальном режиме в отсутствие кислорода. На первом этапе идёт образование фурана, затем процесс ускоряется. На втором этапе эти фуран превращается в уксусную кислоту. Уксусная кислота получается высокой чистоты – 12 %  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при чистоте 38 %.

Производство полезных химических продуктов является стимулом широкого внедрения WAO для обработки осадка.





**Литература**

1. Ушаков Д.И. Научное обоснование гигиенических принципов и критериев безопасного использования осадков сточных вод: дис. канд.мед.наук- Москва, 2009 - 143 с.
2. Савельев С.Н. Интенсификация очистки сточных вод химических производств от углеводородов окислительными методами: дис.... канд. техн. наук.–Казань,2008.-155с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕГКОПОДЪЕМНЫХ МОДУЛЕЙ

Головатый Е.И. (МГРИ, gol314@mail.ru),

Марков Р.А. (МГРИ, gol314@mail.ru)

**Аннотация:** Представлены исследования подъемного аэрационного модуля с использованием фильтровальных элементов из целлюлозы разной пористости.

**Ключевые слова:** объёмный коэффициент массопередачи, окислительная способность, легкоподъемный аэрационный модуль.

Система аэрации аэротенков является одним из важнейших элементов биологической очистки сточных вод. Энергозатраты на аэрацию составляют 70-80% общих энергозатрат очистных сооружений. Основной целью при эксплуатации системы аэрации является обеспечение высокой эффективности использования кислорода воздуха. На большинстве очистных станций потребность в кислороде изменяется в течение суток в 2-3 раза, а подача воздуха остается неизменной. Это приводит к нерациональному расходу электроэнергии на подачу воздуха в часы минимальной нагрузки и к дефициту кислорода в часы максимальной нагрузки. Отсюда следует актуальность разработки и внедрения экономичных и надежных систем управления аэрацией, включая разработку высокоэффективных аэрирующих элементов. Одним из главных критериев оценки использования аэраторов является окислительная способность и коэффициент массопередачи.

Для непрерывного процесса биологической очистки актуальным является создание легкоподъемных модулей с высокоэффективными аэрирующими элементами. Такой модуль можно легко поднимать и опускать в аэротенк, заменяя аэрирующие элементы и при этом не опорожняя аэротенк (рисунок 1).



Рисунок 1. Подъемный аэрационный модуль.

Аэрирующий модуль состоит из коллектора, опущенного на дно аэротенка. К коллектору приварены штуцеры, на которые насаживаются трубчатые элементы из пористых материалов. Коллекторы соединены с воздухопроводом опускной трубой.

Были проведены исследования использования трубчатых пористых элементов, изготовленных из отходов целлюлозного производства. Исследования проводили на очистных сооружениях химико-фармацевтического завода. Для указанных очистных сооружений была разработана методика определения объемного коэффициента массопередачи. Коэффициент массопередачи определяли при насыщении воды кислородом воздуха. Аэрационный резервуар размерами 1\*1\*2,5 м наполняли водопроводной водой, опускали на дно испытуемый аэрирующий элемент, устанавливали требуемый расход воздуха через аэратор. В начале опыта удаляли растворенный в воде кислород путем введения в воду насыщенного раствора натрия сульфита и 10%-ного



раствора хлористого кобальта в качестве катализатора. Затем включали подачу воздуха через аэрирующий элемент (рисунок 2). После окисления сульфита натрия концентрация растворенного кислорода в воде начинала повышаться. Изменения концентрации регистрировали кислородомером с записью показаний. В момент начала повышения концентрации кислорода измеряли температуру воды. Концентрацию кислорода фиксировали до достижения концентрации насыщения. Для испытаний были использованы пористые элементы длиной 25см, наружным диаметром - 6,7 см, внутренним диаметром – 2,6 см с величиной пор; 5,10,25,50,75,125 мкм. Каждый аэрирующий элемент с пористостью 5,10,25,50,75,125 мкм и фильтросную пластину для сравнения испытывали по 3 раза при разных расходах воздуха (1,26; 2,52; 3,78; 6,30; 9,45 м.куб/час) Водопроводную воду меняли через 10 опытов. В результате получили экспериментальные зависимости изменения концентрации растворенного кислорода во времени.



*Рисунок 2. Аэрирующий элемент.*

Обработывая экспериментальные данные с помощью специальной компьютерной программы получили зависимость коэффициента массопередачи от расхода подаваемого воздуха для аэрирующих элементов разной пористости. Полученные величины объемных коэффициентов массопередачи приводили к температуре 20 град.

В виду того, что большинство аэрационных систем очистных сооружений оборудовано фильтросными пластинами, результаты измерений могут быть сравнимы с аналогичными результатами, полученными для фильтросных пластин.

При сравнении работы аэрационных систем обычно используется величина окислительной способности, связанной с объемным коэффициентом массопередачи.

#### **Результаты исследований:**

1. Усредненные значения объемного коэффициента массопередачи и окислительной способности аэраторов, приведенные к температуре 20 град. показывают, что аэрирующие элементы на основе целлюлозы обеспечивают лучшие массообменные характеристики, чем фильтросные пластины.

2. Аэрирующие элементы с пористостью 50-75 мкм обеспечивают лучшие массообменные и эксплуатационные характеристики. При пористости 5,10,25 мкм пузырьки быстро объединяются и получаются крупные пузырьки воздуха. Также крупные пузырьки образуются при пористости 125 мкм. Мелкие пузырьки (50-75 мкм) обеспечивают лучшие массообменные характеристики.

3. Легкоподъемные модули с пористыми элементами на основе целлюлозы проработали 4 года на очистных сооружениях хим.фарм.завода в тяжелых условиях сточной воды ХПК-1400 мг/л, БПК -650мг/л.

#### **Литература**

1. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод/ Г. С. Попкович, Б. Н. Репин. - М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.



**ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Смирнов Д.Г. (МГРИ, bs\_frog@mail.ru)*

*Фрог Д.Б. (НИИСФ РААСН, bs\_frog@mail.ru)*

*Гандурина Л.В. (МГРИ, and2@yandex.ru)*

**Аннотация**

На основе рассмотрения и анализа нормативной документации по коагуляционной очистке природных вод делается вывод о необходимости обновления или дополнения раздела 9 Свода правил СП 31.13330.2012 посредством обобщения накопленного опыта и проведения дополнительных исследований по оптимизации процесса с применением современных видов коагулянтов и флокулянтов в зависимости от качества очищаемой воды, метода осветления и применяемых сооружений для осветления коагулированной воды.

**Ключевые слова:** природные воды, коагулянты, флокулянты, проектирование, очистка, коагуляция.

В настоящее время основным методом очистки поверхностных природных вод является коагуляционный с применением коагулянтов и флокулянтов. Метод позволяет снизить до требуемых норм цветность, мутность, перманганатную окисляемость, улучшить бактериологические показатели очищаемой воды.

Применяемые нормативные документы, в том числе свод правил СП 31.13 330.2012 к СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», рекомендуют осуществлять выбор реагентов и параметры коагуляционной очистки на основе технологических изысканий, которые не всегда могут быть реализованы.

При невозможности проведения предварительных исследований сводом правил рекомендуется для этих целей использовать в основном устаревшие к настоящему времени сведения, изложенные в СНиП 11-31-74 и СНиП 2.04.02-84. В соответствии с данными документами выбор видов и доз коагулянтов осуществляется на основе двух показателей: цветности и мутности, без учета щелочности воды, что не всегда отражает современные достижения в области коагуляционной очистки природных вод. Так рекомендуются неорганические коагулянты - сернокислый алюминий, хлорид или сульфата трехвалентного железа, применяемые с середины прошлого века, и не рассматриваются современные реагенты: полиоксихлориды разной основности, органические коагулянты, композиционные коагулянты на их основе. Из флокулянтов рекомендуются использовать гелеобразный полиакриламид, не применяемый в настоящее время, и активную кремнекислоту, которая должна получаться непосредственно на очистных сооружениях, не рассматриваются современные виды высокомолекулярных флокулянтов и условия их применения.

Все это является основанием для корректировки нормативной базы по коагуляционной очистке природных вод с применением новых видов коагулянтов и флокулянтов с учетом имеющего научного и практического опыта, который нашел отражение в статьях и монографиях [1-12]. В последние годы появилось большое число работ прикладного характера, в которых рассматривается эффективность применения коагулянтов и флокулянтов разных марок для очистки природных вод конкретных водоисточников, сравнивается их коагулирующая способность при отдельном и совместном использовании, определяются технологические параметры их применения.

Из коагулянтов в отечественной практике очистки природных вод кроме сульфата алюминия широко применяются оксихлориды и полиоксихлориды алюминия (ПОХА) разной основности, органический коагулянт поли-ДАДМАХ (ВПК 402, FL 45С, 4540, Magnafloc LT 35), композиционные реагенты на их основе. Из флокулянтов применяют



гранулированные или порошковые высокомолекулярные флокулянты анионного, неионного и катионного типов с молекулярной массой от 6 до 14 млн. К ним относятся, в частности, отечественные флокулянты марок Праестол 650, 852, 2500, 2530 и др.

В соответствии с выше изложенным, необходимо обновление или дополнение многих рекомендаций раздела 9 свода правил СП 31.13330.2012., например, в форме приложения, которое будет включать:

- характеристики рекомендуемых коагулянтов и флокулянтов для очистки природных вод;
- виды и дозы рекомендуемых коагулянтов и флокулянтов в зависимости от качества очищаемой воды (мутности, цветности, щелочности), метода осветления и применяемых сооружений для осветления коагулированной воды;
- оборудование и условия приготовления рабочих растворов коагулянтов и флокулянтов;
- оптимальные технологические схемы и сооружения для коагуляционной очистки природных вод.

### **Литература**

1. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод, М., 2005.-576с.

2. Стрелков А.К., Егорова Ю.А., Быкова П.Г. Выбор наиболее эффективных реагентов при очистке воды // Водоснабжение и санитарная техника. - 2014.- № 8.- С. 5.

3.. Гетманцев С.В., Сычёв А.В., Чуриков Ф.И., Снигирев С.В. Особенности механизма коагуляции и строения полиоксихлорида алюминия «АКВА-АУРАТ™30» // Водоснабжение и санитарная техника. - 2003.- № 9.- С. 25.

4. Гетманцев С.В., Сычев А.В., Гетманцев В.С. Перспективы коагуляционной обработки вод // Водоснабжение и санитарная техника. - 2018.- № 11.- С. 37.

5. Гандурина Л.В. Оптимизация технологии коагуляционной очистки воды за счет эффективного использования коагулянтов и флокулянтов // Вода Magazine.-2013.- №1(65).-С.22.

6. Гетманцев С.В., Гандурина Л.В., Сычев А.В.. Сравнение эффективности алюмосодержащих коагулянтов при очистке мутных речных вод // Водоснабжение и санитарная техника. - 2012.- № 4.- С. 44.

7. Педашенко Д.Д., Божко Л.Н. Обработка воды реагентами поли-ДАДМАХ и «АКВА-АУРАТ™ 10» для водоснабжения г. Ростов-на-Дону // Водоснабжение и санитарная техника.-2005.-№10.-С.2.

8. Алексеева Л.П., Алексеев С.Е., Курова Л.В. Оптимизация процессов очистки малозагрязненных источников водоснабжения// Водоснабжение и санитарная техника. - 2014.- № 9- С.10.

9. Гандурина Л.В. Применение коагулянта ВПК-402 для очистки воды от взвешенных веществ различной природы и дисперсности // Водоснабжение и санитарная техника. - 2014.- № 9- С. 31.

10. Гандурина Л.В, Квитка Л.А., Шахгалдян М.К. Снижение цветности природных вод с применением органических коагулянтов// Водоснабжение и санитарная техника. - 2019.- № 7 - С. 23.

11. Гандурина Л.В, Гетманцев С.В., Рафф П.А., Никифорова А.Ю. Химические аспекты обесцвечивания маломутных природных вод солями алюминия // Водоснабжение и санитарная техника. - 2016.- № 3- С. 25.

12. Ивкин П.А., Латышев Н.С. Совершенствование технологии очистки высокоцветных и маломутных вод// Водоснабжение и санитарная техника.- 2010.-№ 7- С. 38.





## ИССЛЕДОВАНИЕ АС-СОРБЕНТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ФИЛЬТРАХ ДООЧИСТКИ

Головаты Е.И. \* (МГРИ, [gol314@mail.ru](mailto:gol314@mail.ru)),  
Калинина К.В. (МГРИ, [gol314@mail.ru](mailto:gol314@mail.ru))

**Аннотация:** Представлены исследования АС-сорбента для использования в фильтрах их доочистки. Использованы современные приборы и оборудование.

**Ключевые слова:** АС-сорбент, фильтры доочистки, городские сооружения, очистные сооружения, городская сточная вода.

Одним из основных процессов доочистки сточных вод является фильтрование.

Использование данного процесса объясняется его невысокой стоимостью, простотой и надежностью работы фильтров.

В последние годы популярность среди фильтрующих загрузок получил Сорбент АС – это легкий каталитический фильтрующий материал на основе природного сырья – алюмосиликата. АС-сорбент представляет собой искусственный фильтрующий материал с большой площадью поверхности. Для регенерации сорбента подходит промывка водой или водо-воздушной смесью. Сорбент является очень прочным материалом, физико-химические свойства сорбента отвечают требованиям. АС-сорбент имеет большую емкость и успешно поддерживает очень низкие концентрации загрязнений в очищенной воде.

Одно из самых важных отличий АС-сорбент от аналогов заключается в том, что этот материал не подвергался дополнительной обработке покрытиями, изготовленными на основе активных металлов. Благодаря этому исключена возможность того, что сорбент перестанет действовать после того, как эти покрытия истощатся или будут смыты.

На процесс фильтрации существенное влияние оказывают однородность и фракционный состав зерен загрузки.

Мутность является важным индикатором общей загрязненности воды. Мутность воды характеризует снижение степени прозрачности жидкости из-за присутствия в ней мелкодисперсных взвешенных частиц различного происхождения.

Величину мутности определяют, фиксируя изменения интенсивности пучка света, проходящего через образец воды. В случае присутствия в воде взвешенных частиц происходит рассеяние света.

Для определения величины мутности был использован турбидиметр лабораторный 2100N НАСН. Фильтровальная установка представляет собой цилиндрическую колонну с отстойной частью, заполненную загрузкой.

Для исследования влияния свойств загрузки на эффективность процесса доочистки д был выбран АС-сорбент. Основные характеристики АС-сорбента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики АС-сорбента

№ п/п	Параметр	Значение
1	Насыпная плотность	700±20 кг/м <sup>3</sup>
2	Удельная поверхность	150±30 м <sup>2</sup> /г
3	Истираемость	0,06%
4	Измельчаемость	0,04%
5	Условная механическая прочность	0,79%
6	Межзерновая пористость	49±3%
7	Коэффициент формы зерна	1,65-1,71
8	Расчётная ёмкость по взвешенным веществам	1 г/л
9	рН	Минимум 5,8
10	Фракции фильтрующего материала	0,315-0,7;0,7-1,5;1,5-3,0 мм



Высота загрузки для проведения исследований была выбрана 300 мм согласно для фильтровальной установки такого типа.

Обработка результатов экспериментов производилась статистическими методами. .

Исследование влияния крупности загрузки на эффективность процесса фильтрования проводили следующим образом: в колбу вместимостью 1 л до отметки наливается сток. Происходит безреагентное отстаивание. В фильтр предварительно засыпается загрузка исследуемой крупности. Для эксперимента брали очищаемую жидкость. Засекали время фильтрации. После завершения процесса фильтрования отбирали пробу и производили замер мутности на турбидиметре.

Опыт проводят несколько раз на загрузках различной крупности. Кроме вида загрузки, на работу фильтра значительно влияет степень однородности зерен фильтрующей загрузки, ее фракционный состав. .

АС-сорбент был просеян на сите с размером отверстий 1x1 мм. Тогда размер фракций зерен загрузки составил 0,315-1 мм и 1,0-3,0 мм (рис. 24). Для проведения исследования сток проводили фильтрование на АС-сорбенте на загрузках различной крупности.

Результаты проведенных измерений мутности очищаемой воды в зависимости от размера зерен фильтрующего материала, а также анализ полученных данных представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерений мутности иловой воды в зависимости от размера зерен АС-сорбента

№ п/п	Размер зерен загрузки, мм	Мутность исходной воды		Мутность после фильтрования		Эффективность фильтрования, %	Время фильтрования, мин
		NTU	мг/л	NTU	мг/л		
1	0,315-3,0 (непросеянная загрузка)	55,2	32,0	15,6	9,1	71,7	37
2	0,315-1,0	56,9	33,0	12,5	7,3	77,9	43
3	1,0-3,0	57,9	33,6	15,1	8,8	73,9	35

Для лучших результатов экспериментов просеем АС-сорбент на сите с размером отверстий 0,7x0,7 мм. Размер фракций зерен сорбента после просеивания: 0,315-0,7 мм, 0,7-1,0 мм и 1,0-3,0 мм (рис. 26).

Результаты проведенных измерений мутности очищаемой воды в зависимости от размера зерен фильтрующего материала, а также анализ полученных данных, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерений мутности иловой воды в зависимости от размера зерен АС-сорбента

№ п/п	Размер зерен загрузки, мм	Мутность исходной воды		Мутность после фильтрования		Эффективность фильтрования, %	Время фильтрования, мин
		NTU	мг/л	NTU	мг/л		
1	0,315-3,0 (непросеянная загрузка)	55,2	32,0	15,6	9,1	71,7	37
2	1,0-3,0	57,9	33,6	15,1	8,8	73,9	35
3	0,7-1,0	57,0	33,1	12,1	7,1	78,5	45



Результаты эксперимента показали, что эффективность загрузки на зернах различной меньшей крупности эффективнее, однако, при фильтрации на крупной загрузке процесс происходит быстрее. Также при фильтрации на загрузке менее 0,7 мм наблюдается чрезмерная нагрузка на верхний слой сорбента (рис. 28): частицы взвесей задерживаются на глубине нескольких сантиметров первого слоя загрузки, создавая тем самым местные потери напора, что, в свою очередь, сокращает длительность фильтроцикла. При фильтрации на непросеянной загрузке из-за неоднородности состава фильтрующего материала данные недостатки также присутствуют, хотя и в меньшей степени.

Для изучения процесса фильтрации на многослойной загрузке фильтр был заполнен АС-сорбентом: нижний слой (~150 мм) – загрузкой размером 0,315-0,7 мм, а верхний слой (~150 мм) – 1,0-3,0 мм. Данный метод позволит использовать фильтр на большую глубину загрузки, чем при фильтровании на «мелкой» фракции. Результаты проведенных измерений мутности очищаемой воды на многослойной загрузке по сравнению с результатами предыдущих измерений, а также анализ полученных данных, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты измерений мутности иловой воды в зависимости от размера зерен АС-сорбента

№ п/п	Размер зерен загрузки, мм	Мутность исходной воды		Мутность после фильтрования		Эффективность фильтрации, %	Время фильтрования, мин
		NTU	мг/л	NTU	мг/л		
1	0,315-3,0 (непросеянная загрузка)	55,2	32,0	15,6	9,1	71,7	37
2	1,0-3,0	57,9	33,6	15,1	8,8	73,9	35
3	0,7-1,0	57,0	33,1	12,1	7,1	78,5	45
4	0,315-0,7	55,7	32,3	11,4	6,6	79,5	49
5	1,0-3,0 и 0,315-0,7	58,9	34,2	12,5	7,2	79,4	39

Исходя из результатов эксперимента, представленных на диаграмме на рисунке 29 и на таблице 6 видно, что эффективность очистки на фильтре с мелкой загрузкой выше, чем на непросеянной или крупной загрузке.

По и значениям из таблицы 4 видно, что эффективность очистки на фильтре с многослойной загрузкой значительно выше эффективности фильтрации на загрузке крупностью 1,0-3,0 мм, но находится в пределах значений при фильтрации на загрузке 0,7-1,0 мм и 0,315-0,7 мм. Однако, время протекания фильтрации на многослойной загрузке значительно быстрее, так как крупная фракция сорбента берет на себя значительное количество взвесей, а мелкие фракции доочищают сток.

Но в тоже время эксперимент показал, что наблюдается чрезмерная нагрузка на верхний слой сорбента: частицы взвесей задерживаются на глубине нескольких сантиметров первого слоя загрузки, создавая тем самым местные потери напора, что, в свою очередь, сокращает длительность фильтроцикла.

В связи с вышесказанным предлагаю для доочистки сточных вод использовать многослойное фильтрование, но поменять движение воды снизу вверх, так как мелкие частицы сорбента размером 0,315-0,7 мм вынесутся и высыпятся в дренажные отверстия.

Таким образом, эксперименты показали, эффективность очистки на фильтре с мелкой загрузкой выше, чем на непросеянной или крупной загрузке, но в связи с маленьким размером части происходит зарастание верхнего слоя загрузки. И в данном случае эффективно протекает фильтрование на многослойной загрузке и, что не мало важно, достаточно быстрее. Но в связи с тем, что возможен вынос и высыпание



фильтрующего материала – изменим движение воды снизу вверх и слои фильтрующей загрузки будут следующие: верхний слой размером частиц 0,315-0,7; средний слой размером частиц 0,7-1,0 и нижний размером частиц 1,0-3,0.

Сточные воды после вторичного отстойника идут на доочистку на зернистом фильтре с АС-сорбентом. При хорошем отстаивании фильтры работают в идеальных условиях, так как поступающая на них вода имеет почти постоянное качество и низкую концентрацию взвешенных веществ. В этом случае фильтрование является окончательной ступенью тонкой доочистки сточной воды для дальнейшего сброса в водоемы.

Применим движение сточной воды снизу вверх. Слои фильтрующей загрузки насыпаются в порядке крупная – средняя – мелкая, в данном будут следующие: первый слой размером частиц 1,0-3,0; второй слой размером частиц 0,7-1,0 и третий размером частиц 0,315-0,7.

Для исключения высыпания загрузочного материала необходимо применить колпачково-щелевой дренаж.

Данной загрузки зернистого фильтра достаточно для достижения нормы мутности перед сбросом в 10 мг/л по взвешенным веществам.

### **Заключение**

1. Для доочистки очищаемых сточных вод целесообразно использовать фильтры.
2. Исследование процесса фильтрации на зернах разной крупности позволило установить, что наиболее эффективно использовать многослойную загрузку АС-сорбента с подачей воды на фильтр снизу-вверх;
3. Разработан способ интенсификации процесса фильтрования очищенной сточной воды, который можно использовать при реконструкции очистных сооружений г. Можайска.

### **Литература**

1. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод/ Г. С. Попкович, Б. Н. Репин. - М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.Н. Водоот-ведение и очистка сточных вод. - М.: Стройиздат, 1996, – 592 с.
3. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984, – 591 с.
4. Юлдашева Д.К. Моделирование и оперативное управление процессом стабилизации осадков сточных вод (Автореф. канд. дисс.). М.: МГСУ, 1995, – 18 с.
5. Абдулханов Н.Н. Автоматическое управление материальными потоками в инженерных системах жизнеобеспечения (Автореф. канд. дисс.). М.: МГСУ, 1999, – 19 с.
6. Евстафьев К.Ю. Разработка оптимальных структур подсистем управления материальными потоками в АСУ ТП водообработки (Автореф. канд. дисс.). М.: МГСУ, 2001, 19 с.
7. Зайцев В.А. Автоматизация управления системами озонированной очистки сточных вод и отходящих газов (Автореф. канд. дисс.). М.: МГСУ, 2002, 18 с.
8. Сунцев Д.А. Автоматизация управления технологическими процессами механического обезвоживания осадков сточных вод (Автореф. канд. дисс.). М.: МГСУ, 2004, 21 с.
9. Евстафьев К.Ю. Автоматизация управления материальными потоками и оборудованием городских очистных сооружений и систем (Автореф. докт. дисс.). М.: МГСУ, 2006, 38 с.



10. Захаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления. М.: Энергия, 1982, 344 с.
11. Тимофеев Б.Б. Алгоритмизация в АСУ. Киев, «Техника», 1982, 239 с.
12. Горбатов В.А., Павлов П.Г. Реализация логического управления технологическими процессами на основе управляющих автоматов. В кн.: Теория автоматов и ее приложения. - М.: Наука, 1983, с. 83-87.





## **СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ МУТНЫХ И ЦВЕТНЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Вечтомова А.В. (МГРИ, [bs\\_frog@mail.ru](mailto:bs_frog@mail.ru))  
Гандурина Л.В. (МГРИ, [gand2@yandex.ru](mailto:gand2@yandex.ru))*

**Аннотация:** Показано, что главными приоритетными факторами, определяющие эффективность и дозу органических и неорганических коагулянтов, являются вид реагента, содержание и дисперсный состав взвешенных веществ при очистке мутных вод, цветность и щелочность воды при очистке цветных вод.

**Ключевые слова:** природные воды, коагулянты, флокулянты, мутность, цветность.

Эффективность коагуляционного метода очистки природных вод в значительной мере зависит от характеристик и доз применяемых реагентов, качества очищаемой воды. В настоящее время применяются две группы коагулянтов: неорганические алюмосодержащие и органические. При проектировании новых и интенсификации работы существующих сооружений особую актуальность приобретает проблема выбора наиболее эффективного коагулянта. В этой связи актуальным является обобщение имеющихся результатов и выявление основных критериев выбора коагулянтов, что явилось целью данной работы.

Анализ литературных данных показывает, что неорганические коагулянты являются основными и универсальными реагентами, которые могут применяться для всех видов природных вод. В последние годы кроме традиционного коагулянта, сернокислого алюминия, для очистки природных вод применяют оксихлорид алюминия (ОХА) и полиоксихлорид алюминия ПОХА, которые представляют собой частично гидролизованые мономерные и полимерные соли алюминия. Главной особенностью неорганических коагулянтов является их способность вступать в реакцию гидролиза с водой и щелочными примесями (гидрокарбонатами), что приводит к подкислению воды и образованию нерастворимых гидроксидов алюминия, обладающих адсорбционной активностью и способствующих увеличению эффективности коагуляционной очистки воды. К известным маркам ПОХА относятся Аква-Аурат 10, 18, 30. На практике чаще используют среднеосновные коагулянты с основностью 40-43 % марок Аква-Аурат 18, 30, РАХ -18.

Органические коагулянты представляют собой водорастворимые заряженные низкомолекулярные полимеры (полиэлектролиты) со 100 % содержанием катионных групп и с молекулярной массой от 30 тыс. до 1млн. К ним относятся полиамины, полидиаллилдиметиламмонийхлориды, полигуанидины. Из отечественных представителей этих групп органических коагулянтов известны Каустамин 15, ВПК 402, Биопаг (Метацид, Полисепт). Биопаг обладает и бактерицидной активностью. Органические коагулянты не вступают в реакцию гидролиза и не изменяют рН воды. В практике очистки воды нашел применение ВПК 402, который применяется совместно с неорганическим коагулянтом или самостоятельно.

На эффективность применения и оптимальную дозу коагулянтов оказывают влияние мутность, цветность и щелочность природных вод.

Установлено, что при коагуляционной очистке природных вод неорганическими и органическими коагулянтами снижение мутности происходит по коагуляционному механизму, снижение цветности - вследствие химических взаимодействий.

Для очистки мутных бесцветных вод применяют как органические, так и неорганические коагулянты. Для очистки цветных маломутных вод применяют неорганические коагулянты самостоятельно или совместно с органическими коагулянтами или флокулянтами.



Дозы коагулянтов при очистке мутных вод значительно ниже, чем при очистке цветных вод. Например, дозы коагулянта ВПК 402 составляют 0,3-0,8 мг/л при очистке мутных речных вод реки Кубань с исходной мутностью 55 мг/л. При очистке маломутных цветных вод снижение цветности со 100-150 до 18-20 град наблюдается при дозах коагулянтов 4–8 мг/л и щелочности близкой к нулю. Оптимальная доза сульфата алюминия всегда больше дозы полиоксихлорида алюминия при очистке цветных маломутных вод. Дозы органических коагулянтов в большинстве случаев увеличиваются с уменьшением их молекулярной массы.

С увеличением щелочности возрастает роль химических взаимодействий при удалении гумусовых кислот, определяющих цветность воды, что сопровождается увеличением доз коагулянтов.

Эффект коагуляционного осветления мутных вод уменьшается с уменьшением размера (гидравлической крупности) взвешенных веществ, цветных вод – с увеличением щелочности воды вследствие повышения дисперсности образующихся нерастворимых алюмогуматных или полимергуматных комплексов. Нормативное снижение цветности воды может быть достигнуто только фильтрованием воды через микропористые мембранные материалы с размером пор не более 0,3 мкм или с применением флокулянтов.

Соблюдение оптимальных гидравлических условий хлопьеобразования также способствует повышению эффективности очистки воды коагулянтами. Продолжительность хлопьеобразования должна быть не менее 10-15 мин при среднем градиенте скорости перемешивания  $50 \text{ с}^{-1}$ .

Для ускорения процесса осветления обработанных коагулянтами природных вод отстаиванием применяют полиакриламидные флокулянты разных типов: катионные (Праестол 650, Magnafloc LT 22, Floram FO 4240), анионные (Праестол 2530, Magnafloc LT 27, 30, Floram AN 934, 923) и неионные Праестол 2500, Floram FA 920, Magnafloc 351). Преимущественное использование катионных флокулянтов и выбор конкретной марки флокулянта и его дозы для очистки природных вод обычно никак не обосновывается.

Таким образом, показано что главными приоритетными факторами, определяющие эффективность и дозу органических и неорганических коагулянтов, являются вид реагента, содержание и дисперсный состав взвешенных веществ при очистке мутных вод, цветность и щелочность воды при очистке маломутных цветных вод.

## **Литература**

1. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод, М., 2005.-576с.
2. Стрелков А.К., Егорова Ю.А., Быкова П.Г. Выбор наиболее эффективных реагентов при очистке воды // Водоснабжение и санитарная техника. - 2014.- № 8.- С. 5.
3. Гетманцев С.В., Сычѐв А.В., Чуриков Ф.И., Снигирев С.В. Особенности механизма коагуляции и строения полиоксихлорида алюминия «АКВА-АУРАТ™30» // Водоснабжение и санитарная техника. - 2003.- № 9.- С. 25.
4. Гетманцев С.В., Сычев А.В., Гетманцев В.С. Перспективы коагуляционной обработки вод // Водоснабжение и санитарная техника. - 2018.- № 11.- С. 37.
5. Гандурина Л.В. Оптимизация технологии коагуляционной очистки воды за счет эффективного использования коагулянтов и флокулянтов // Вода Magazine.-2013.- №1(65).-С.22.



## **ПРОБЛЕМА РИСКОВ ОТ ПОЖАРОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

*Грибанов Я.А. \* (МГРИ, ya.yagr87@yandex.ru)*

**Аннотация:** Современный подход к тушению пожаров основан на системном подходе в разработке методов и правил организации борьбы со стихией, и с учётом возможных рисков.

**Ключевые слова:** риск, городская среда, водоснабжение.

Исторически водоснабжение связано с пожароопасностью. Риск пожара равен произведению частоты пожара и последствий, а это есть сумма по заданной площади возможных пожаров и возникающих последствий.

Риск пожара часто может быть ограничен одним зданием, однако в пределах городской территории необходимо учитывать другие риски, такие как транспортное сообщение, складские комплексы, электрические и газораспределительные станции, должны приниматься во внимание и потребности в водных и материально-технических ресурсах для борьбы с пожарами и возможности спасения. Хотя эти факторы не входят в расчеты пожаротушения, они показывают, городские власти должны учитывать риски в большем масштабе, чем одно здание. Следовательно, проект водоснабжения не ограничивается зданием, а отражает «спектр риска» города.

Различия в масштабах пожаротушения привели к тому, что методы определения запасов воды на пожар являются завышенными для частных потребностей, что отражается на стоимости строительства. При проектировании зданий надо акцентировать внимание на том здании, которое в разработке, нельзя спроектировать сеть водоснабжения исходя из предположения, что пожар не будет распространяться за пределы здания. Фактически, результаты работы архитектора основаны на данном оборудовании существующих зданий. Риск здесь зависит от принятых правил. Общеизвестно, что до 95 % рисков связано с традицией, то есть с поведением. В результате сложился консервативный подход к ожидаемой реакции на пожар, в значительной степени основанный на опыте реальных пожаров. Поскольку неопределенность возникает в основном в результате человеческого фактора, существуют ограничения в реальном проектировании.

Также, фактический риск пожара растёт с возрастом здания. Риск для нового и такого же старого здания разный – различны конструкции новых и старых зданий.

Пожарный риск для отдельного здания или комплекса – это одно, риск для города – это нечто совершенно другое. Кроме того, более крупные пожары, принимаемые на макроуровне, должны соответствовать только остаточному давлению воды около 138 кПа, поскольку может быть увеличен пожарным оборудованием.

Опыт оценки риска возникновения пожара необходим, чтобы оценка потребностей в водоснабжении была реальной.

Типичные сценарии, в которых часто проводятся специализированные оценки для определения пожаров и проектирования систем водоснабжения, включают:

- Города, требующие улучшения систем водоснабжения для противопожарной защиты (например, исторические кварталы).
- Расширение города или городской застройки при развитии территории – часто для жилищного сектора (иногда с ограниченной пропускной способностью или тупиковой сетью).

Все вышеперечисленное требует комплексной оценки пожароопасности. В случае, когда все здания защищены автоматическими спринклерами, на первый план выступают другие факторы. Большинство стандартов пожарозащиты учитывают уменьшение пламени в результате разбрызгивания воды.



В пригородных районах использование разбрызгивателей применяется для снижения риска при росте городов.

Для промышленных объектов требуется большая надежность из-за применяемых производственных процессов. Проектирование систем водоснабжения будет предполагать, по меньшей мере, две системы водоснабжения, и даже третичную и четвертичную.

Системы подачи солёной воды, такие, которые используются на пирсах и причалах, подвержены коррозии, загрязнению, и попаданию рыбы, растительности, а также заилению, что может привести к износу деталей насоса. Следовательно, при разработке таких систем основное внимание должно уделяться минимизации аварийности этих насосов.

Аналогичная проблема может возникнуть с резервуарами, всасывающими резервуарами и прудами, которые становятся объектами роста и развития гидробионтов. Автоматическая промывка всасывающего устройства путем обратной промывки водой может предотвратить попадание рыбы и других веществ.

Надежность водоснабжения становится проблемой, когда возрастает риск возникновения пожара. Например, если нет пожарной части, рекомендуется дополнительная ёмкость. Кроме того, могут применяться стояки, вместо гидрантов, если пожарная команда не имеет необходимой длины рукавов. И, разумеется, необходимо обеспечить доступность источников воды для оборудования пожарной части.

В масштабе рисков на городском уровне риском являются не отдельные здания. Оценка пожарных рисков в городах и поселках позволяет выработать целостные стандарты защиты, которые отражают масштабы рисков и необходимость устранения нарушений на большей территории.

В последние годы были достигнуты значительные успехи в огнестойкости строительных материалов, в области рисков пожара следует учитывать увеличение использования древесины в новых конструкциях. Использование спринклеров в качестве общей стратегии снижения риска позволяет предположить, что в городах объём ресурсов может быть в значительной степени снижен концепцией охраняемых зданий.

Даже с учетом снижения риска возникновения пожара в отдельных зданиях, необходимо учитывать риск во всём городе.

Проектирование систем водоснабжения для противопожарной защиты является устоявшимся. Для отдельных конструкций логично предположить, что пожар должен быть потушен из разбрызгивателей и рукавов. Однако, если имеется множество или сложные конструкции, или, когда величина риска возрастает в связи с возрастом, типом конструкций и т.д., то требуется повышенное внимание.

Проблема водоснабжения и надежности спринклера становится ключевой, особенно для определенных зданий (исторической застройки) или необычных объектах, таких как крупные производственные предприятия относительно высокой стоимости.

Возникающие пожары учат многому, и, прежде всего, позволяют совершенствовать пожарные и строительные нормы, а также правила противопожарной защиты, гражданской обороны.

### **Литература**

1. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства / Н.Н. Брушлинский, В.В. Кафидов, В.И. Козлачков и др.; под ред. Н.Н. Брушлинского. - М.: Стройиздат, 1988. – 413 с.
2. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Под ред. Брушлинского Н.Н. - М., 2007.
3. Васильев, Е.П. Оценка социально-экономической эффективности пожарной охраны // Системные аспекты пожарной безопасности: Сборник научных трудов. - М.: ВНИИПО МВД СССР, 1989.





## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ НАСОСОВ НА НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

*Дерюшев Л.Г. (МГРИ, Derjushev13@mail.ru)*

**Аннотация.** Оценивается методика эффективности частотного регулирования работы насосов на насосных станциях. Обосновываются рекомендации правил регулирования центробежных насосов

**Ключевые слова:** Системы водоснабжения и водоотведения, насосы и насосные станции, методы регулирования работы, оценка качества

В последние годы в центральной печати практически ежегодно публикуются научные статьи о технико-экономической оценке методов регулирования насосов на насосных станциях систем водоснабжения и водоотведения [1-7]. Актуальность поднимаемой темы исследований не вызывает сомнений, поскольку она касается решения вопросов по экономии электроэнергии, обеспечения подачи воды в соответствии с требованиями потребителей, совершенствования качества эксплуатации технологического оборудования и сооружений систем водоснабжения и водоотведения.

Авторы публикаций [3-7] предлагают методику оценки экономии электроэнергии при использовании частотного регулирования вращения рабочего колеса насоса насосной станции, в целях обеспечения его работы в требуемом режиме, для сохранения материального и энергетического баланса системы. Радует то, что публикуемые материалы имеют прекрасное графическое оформление, литературный стиль и подробность изложения решения поставленных задач. Однако, наличие неточностей в обоснованиях инженерных решений, небрежности использования формул, терминов и понятий в области водоснабжения и водоотведения, не позволяют убедить читателей в правомерности излагаемых методик «оценки эффективности частотного регулирования производительности насосных агрегатов насосных станций».

Во-первых, при обеспечении подачи воды регулируется не производительность насосных агрегатов, а работа насосов, как это было отмечено выше. Методы регулирования и оценки работы насосов разрабатывались и применялись на протяжении многих десятилетий. Метод дроссельного регулирования заключается во введении добавочного сопротивления в напорный трубопровод системы, а потому меняется не характеристика насоса  $H-Q$ , а характеристика трубопровода  $SQ^2$ . Можно сослаться на приведенную характеристику насоса, но тогда и надо предварительно оговорить влияние задвижки на характеристику трубопровода, а не на характеристику насоса. Задвижка не направляющий аппарат, не элемент насоса, а деталь трубопровода. Закрытие или открытие запорной арматуры на напорной линии насоса, при котором обеспечивается изменение сопротивления трубопровода, применяется на практике, но данное действие запрещается использовать при эксплуатации насосных станций. Оно считается недопустимым, а потому регламентировать, рекламировать его в научной статье, по меньшей мере, не способствует положительно решать на практике задачи надежной и экономичной эксплуатации насосных станций. Назначение задвижки, как запорной арматуры, сводится к выполнению функций переключателя, а не регулирующего устройства. Циклы работы запорной арматуры ограничены, а потому ускорение ее износа повышает отказ не только насосной установки, но и всей насосной станции.

Во-вторых, при построении графика совместной работы насосов и трубопроводов не обязательно должны использоваться паспортные данные насосов, а достаточно и необходимо применение характеристик насосов. Гости по терминологии насосов, учебники по насосам не отменены, рекомендации, которые в них приведены, желательно соблюдать [8, 9].





В-третьих, при пересчете энергетических параметров центробежного насоса: подачи  $Q$ , напора  $H$  в зависимости от частоты  $n$  вращения рабочего колеса насоса, пользуются формулами закона пропорциональности [9]:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3, \quad (1)$$

а не формулами, которые подобны зависимости [7]

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{f_1}{f_2} = \dots = \frac{Q_1}{Q_2}, \quad (2)$$

где  $n_1, n_2$ - число оборотов колеса насоса, до регулирования и после, об/мин;

$f_1, f_2$  - частоты тока подводимого к двигателю, до регулирования и после, Гц.

Как видно из анализа формулы (2), что авторы [2-7] пренебрегают законами гидродинамики при решении задач в области водоснабжения и водоотведения. Автор [4] даже утверждает, что "изменение токовой загрузки позволяет обеспечивать работу насосов в рабочей области напорной характеристики". Он не различает понятия насос и насосный агрегат [7], принципов построения характеристики трубопровода и кривой подобия режима работы насоса, т.е. он не различает разницы между оценкой  $S = \Sigma h/Q^2$  удельных потерь напора в трубопроводе в зависимости от  $Q$  и коэффициентом пропорциональности при оценке и построении кривой подобия режима работы насоса по формуле  $H = kQ^2$ ,  $k = H/Q^2$ .

#### **Выводы:**

1. Задачи по оптимизации работы насосных установок и насосных станций недопустимо решать за счет дросселирования трубопроводных сетей запорной арматурой.
2. При разработке методических материалов должны использоваться термины и законы, которые нормируются государственными организациями и формируются специалистами в той области, в которой эти материалы будут использоваться.

#### **Литература**

1. Лезнов Б.С. Энергосбережение с регулируемым приводом в насосных и воздуходушных установках. М., Энергоиздат. 2006 №.4. 360 с.
2. Багаев Ю.Г., Карпов Н.В., Усачев А.П. Параллельная работа насоса с частотно-регулируемым электроприводом. //Водоснабжение и санитарная техника. 2014 №.4. С38-41.
3. Усачев А.П. Об использовании уравнения подобия в технико-экономических расчетах при частотном регулировании насосными агрегатами. Материалы VI международной научно-производственной конференции «Решение проблем экологической безопасности в водохозяйственной отрасли». Новосибирск. 2010 .
4. Усачев А.П. Управление параллельной работой центробежных насосов. //Водоснабжение и санитарная техника. 2018 №.2. С55-59
5. Усачев А.П. Методика оценки эффективности частотного регулирования производительности насосных агрегатов. // Водоснабжение и санитарная техника. 2018 №.7. С. 57-6.
6. Усачев А.П. Методика эффективности частотного регулирования производительности насосных агрегатов КНС.// Водоснабжение и санитарная техника. 2020 №.1. С. 42 -52.
7. Усачев А.П. Методика оценки эффективности частотного регулирования производительности насосных агрегатов. // Водоснабжение и санитарная техника. 2020 №.1. С. 42 -52.
8. ГОСТ 17398-72. Насосы. Термины и определения. М., 1973.
9. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М., Бастет, 2010.С. 70-98.



## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ И СТОЧНЫХ ВОД

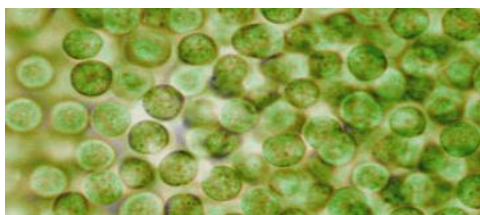
Ерхов А.А. \* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru),  
Королёва Е.А. (МГСУ, bonsai\_2y@mail.ru)

**Аннотация:** Гидробиологический анализ на водопроводных станциях и очистных сооружениях сточных вод методологически регламентирован. Количественное и качественное определение микроорганизмов в воде осуществляется микроскопированием; ниже рассмотрены приёмы и основные организмы-представители.

**Ключевые слова:** микроскоп, индикаторных организм, активный ил, биоплёнка.

Гидробиологический анализ проводят для контроля качества воды и оценки эффективности работы водопроводных и канализационных станций, как для исходной воды, так и на отдельных стадиях обработки.

При очистки природной воды для водоснабжения гидробионты создают проблемы в работе сооружений: увеличивается расход коагулянта, возрастает число промывок фильтров, вода приобретает неприятные привкусы и запахи; разумеется, наиболее интенсивно их развитие в водоёмах идёт в период цветения, поэтому весна и лето – сезон особых мероприятий: пробы отбирают одновременно в нескольких точках



*Microcystis sp.*



*Oscillatoria sp.*



*Anabaena flos-aquae*



*Chlamydomonas*

**Рисунок 1.** Некоторые представители цветущих в водоисточниках.

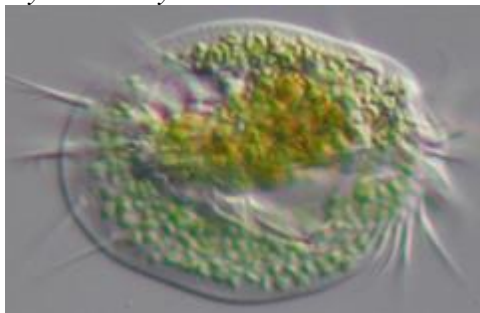
водоисточника, а на станции – до и после каждого сооружения из специальных пробоотборников с планктонной сеткой на кранах для анализа отфильтрованного содержимого при известном объёме фильтрата. Гидробиологический анализ заключается в подсчёте организмов, видимых невооруженным глазом, микроскопировании препаратов клеток фито- и зоопланктона для подсчёта и определения видов планктонных организмов, что необходимо в силу разной устойчивости различных видов к действию обеззараживающих агентов – в зависимости от преобладания того или иного вида корректируют дозы реагентов.

Также гидробиологический анализ позволяет дать прогноз цветения, для чего отобранные перед наступлением периода вегетации из разных точек водоисточника пробы помещают в термомоностаб в условия постоянной освещенности и температуры, которая поддерживается на несколько градусов выше, чем в источнике, а в таких условиях цветение начинается на 5–6 дней раньше. Микроскопирование позволяет предсказать характер цветения и интенсивность. Основные виды – сине-зелёные водоросли (рисунок 1).

Гидробиологический анализ – оперативный метод технологического контроля работы сооружений аэробной биологической очистки сточных вод, поскольку содержание в ней различных видов определяет условия изменения



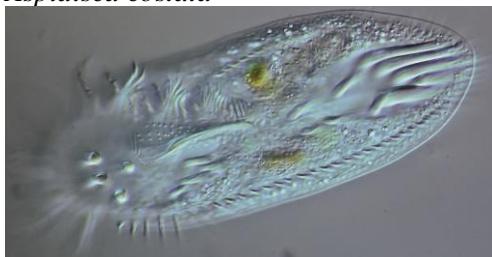
*Stylonicha mytilus*



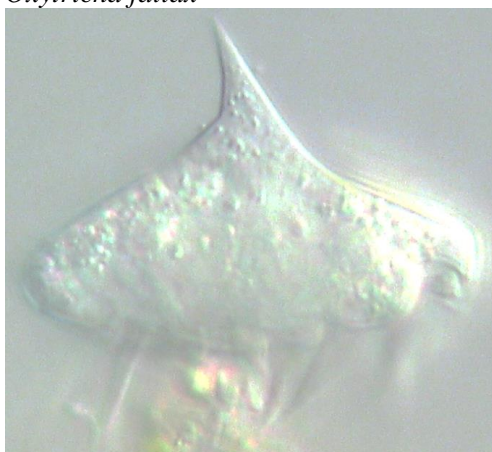
*Euplotes patella*



*Aspidisca costata*



*Oxytricha fallax*



*Aspidisca turrita*

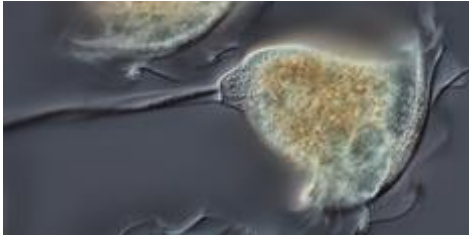
**Рисунок 2.** Основные индикаторные

окружающей среды. Наблюдение за изменением в составе ила, появление индикаторных организмов позволяет быстро и точно определить состояние активного ила, выявить нарушения в работе аэротенков, но только при массовом развитии тот или иной индикаторный организм может служить показателем качества ила. Многолетние наблюдения на очистных сооружениях и в лабораториях показывают, что нормально работающий ил, то есть обеспечивающий полное биологическое окисление, представляет плотные, быстро оседающие хлопья, вода после отстаивания прозрачная. В таком иле большое видовое разнообразие простейших – количество видов может достигать нескольких десятков, но чаще при одинаковом развитии не превышает 10–15, а иногда 1–2 вида в количественном отношении преобладает над остальными, однако, незначительно; все организмы мобильны. Постоянно присутствуют брюхожесничные инфузории (рисунок 2), круглоресничные инфузории (рисунок 3). В иле, как правило, отсутствуют, или присутствуют в единичных экземплярах, мелкие бесцветные жгутиковые и мелкие амёбы. Бактерии находятся, в основном, в зооглейных скоплениях.

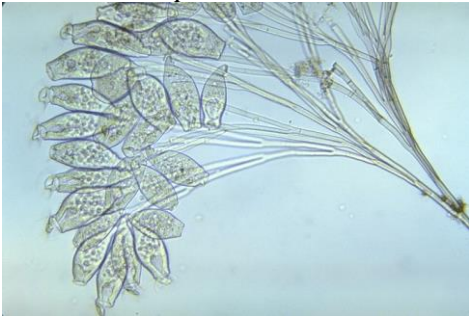
Если в биоокислителе протекает процесс глубокой нитрификации, в иле пышно развивается *Zoogloea ramigera*. Из инфузорий преобладают сидячие формы: *Vorticella Convallaria*, *Carchesium*, много брюхожесничных инфузорий, крупных амёб: *Arcella*, колероваток, возможно обильное развитие малощетинковых червей *Acolosoma sp.* (рисунок 4).

При избытке питания, то есть в условиях перегрузки сооружения органическими веществами, хлопья ила становятся плотными и темными, вода над илом приобретает опалесценцию. В перегруженном иле качественное разнообразие видов невелико, при этом количественно преобладают 1–2 вида. В присутствии избытка растворённых органических веществ в иле в большом количестве развиваются мелкие бесцветные жгутиковые (рисунок 5, *Bodo sp.*), питающиеся всей поверхностью тела. В иле много мелких амёб, мелких инфузорий; *Lionotus*; иногда появляются в большом количестве *Vorticella microstoma*, сосущие инфузории рода *Podophrya*, круглые черви *Nematodes*. Возможно присутствие, нитчатых бактерий родов *Sphaerotilus* и *Beggiatoa*.





*Vorticella campanula*



*Opercularia glomerata*

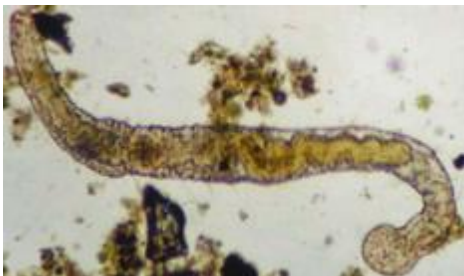
**Рисунок 3.** Круглоресничные.



*Arcella vulgaris*



*Philodina roseola*



*Acolosoma sp.*

**Рисунок 4.** Организмы нитрификации.

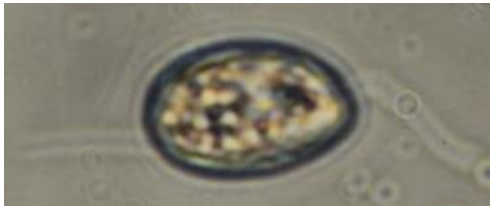
В условиях недостатка кислорода хлопки ила распадаются, а вода над илом становится мутной. Из инфузорий присутствует, в основном, *Paramecium caudatum* (рисунок 5) – организм устойчивый в условиях недостатка кислорода, в большом количестве развиваются мелкие бесцветные жгутиковые. При недостатке кислорода меняется внешний вид микроорганизмов: ресничный диск *Opercularia* замыкается, *Vorticella* раздуваются, как шар, а некоторые особи лопаются, коловратки становятся неподвижными, тела их вытягиваются, и они постепенно отмирают.

Голодающий ил – в условиях недостаточной нагрузки по органическим веществам – имеет прозрачный хлопок, прозрачными становятся и зооглеи, надильная вода мутна, простейшие мельчают и становятся прозрачными, исчезают пищеварительные вакуоли и часть инфузорий инцистируется; за инфузориями подобие цист образуют и коловратки; появляются раковинные амёбы. Состав небактериального населения ила меняется и при появлении в водетоксичных веществ.

В биофильтрах помимо простейших развиваются многоклеточные организмы: черви, личинки и куколки мух (*Psychoda*), личинки комара (*Chironomidae*), водные клещи. Личинки и куколки развиваются в биоплёнке в определённые сезоны года, черви – её постоянные обитатели, большое их количество говорит о заиливании.

Для гидробиологического анализа иловую смесь из аэротенка отстаивают в течение пяти минут, воду сливают, а сгущенный ил микроскопируют. Анализ биоплёнки более трудоёмок, поскольку состав биоценоза меняется по высоте сооружения, и материал отбирают с разных горизонтов, помещая в фарфоровую чашку, заливают дистиллированной водой и счищают биоплёнку с загрузки.

Из ила или биоплёнки готовят препарат «раздавленная капля»; микроскопирование ведут сначала при малом (окуляр 10×, объектив 8×), затем при большом увеличении (окуляр 10×, объектив 40×). Просматривают не менее десяти препаратов, отмечая структуру хлопка, наличие зооглей, включений, физиологическое состояние организмов, их подвижность, работу ресничного аппарата. При качественном анализе отмечают массовое развитие тех или иных видов микроорганизмов. Ведя учёт по пятибалльной шкале, считают особи по систематическим счётным группам: ничтожные бактерии, грибы, жгутиковые, амёбы, свободно плавающие мелкие инфузории, крупные инфузории,



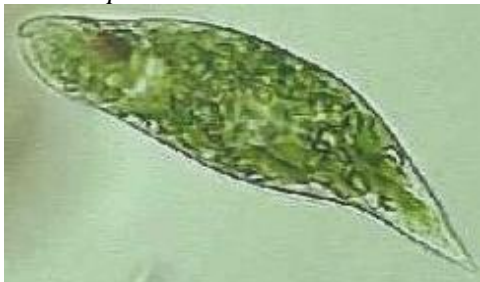
*Bodo sp.*



*Paramecium caudatum*



*Amoeba proteus*



*Euglena viridis*

**Рисунок 5.** Характерные протисты.

сидячие инфузории, коловратки, черви. Если в просмотренном препарате обнаружен один организм, считают, что в иле есть единичные особи данной группы; если два, – организмов мало; три – порядочно; четыре – много; пять – масса. Однако такая оценка приближительна; более чёткое представление даёт количественный учет отдельных видов. Для точного количественного учёта пользуются счётной камерой, которую погружают в перемешиваемую иловую смесь и закрывают покровным стеклом, сверху камеру ополаскивают чистой водой, вытирают и просчитывают под микроскопом, используя сетчатый окуляр-микромметр. При использовании для количественного подсчёта калиброванной пипетки пробу перемешивают и готовят препарат «раздавленная капля». Используя сетчатый окуляр-микромметр, просчитывают не менее 40 полей зрения, принимая в расчёт среднее из полученных. Для определения вида простейших пользуются определителями.

#### Литература

1. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Основы технологических процессов аэротенков. «Яковлевские чтения». XI научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 16 марта 2016 г. Изд-во АСВ. – С. 80-82.
2. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Обеззараживание воды на крупных водопроводных станциях. XIII Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле», 5–7 апреля, 2017 г./ – Т. 2. – М.: МГРИ-РГГРУ, 2017. – 190-191 с.
3. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Кинетики ферментативных реакций и изменения сообщества микроорганизмов в условиях стабилизации активного ила. «Учёные заметки ТОГУ» 2018, том 9, № 1, С.554-563.
4. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Видоизменение микробиологического состава активного ила в процессе стабилизации. «Яковлевские чтения». XIII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2018 г. Изд-во АСВ. – С. 35-44.
5. Ерхов А.А., Кравченко Д.С. Обзор патогенов питьевой воды для обоснования санитарно-гигиенических мероприятий. Сборник «Новые идеи в науках о Земле»: в 7 т./Материалы XIV Межд.научно-практ.конф. – М.: РГГРУ, 2019. Т. 3: Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: гидрогеология и инженерная геология, геоэкология. – 466-470 с.
6. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Системный подход в проектировании биопрудов. Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. ISSN 2072-2710. 2020/1 (145). – 36-47.





## ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АКТИВНОГО ИЛА

*Ерхов А.А. \* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru),  
Королёва Е.А. (МГСУ, bonsai\_2y@mail.ru)*

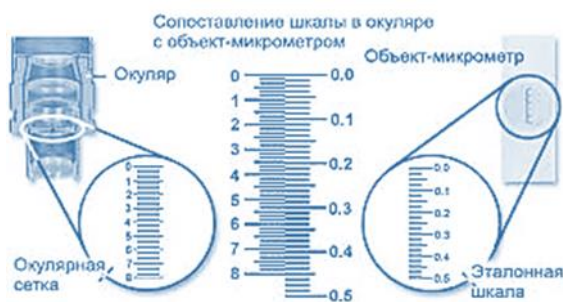
**Аннотация:** Работа с микробиологическими препаратами при их анализе требует простых знаний и чёткого следования правилам безопасности, что и рассмотрено в статье.

**Ключевые слова:** препарат, стерилизация, культивирование, питательная среда.

Традиционными методами анализа являются микроскопическое и бактериологическое исследование культур микроорганизмов воды и активного ила, для выполнения которых используют оптические увеличительные приборы, специальные инструменты (микробиологическая петля, микробиологическая игла, пинцеты), разнообразную посуду (пипетки, пробирки, чашки Петри, флаконы и т. д.).

Инструменты и посуда должны быть стерильными. Петли, иглы, шпатели, пинцеты и другие мелкие металлические инструменты стерилизуют прокаливанием в пламени горелки. Стерилизацию посуды проводят сухим жаром в сушильных шкафах при температуре 160-170° С в течении часа, но сначала её тщательно моют и высушивают, упаковывают в бумажные пакеты или специальные металлические футляры, пробирки закрывают ватными пробками, а в пипетки вставляют небольшие ватные тампоны. Стерилизованная посуда вынимается из шкафа после полного охлаждения и хранится в специально отведённом месте. Для выполнения ряда бактериологических анализов, в частности, количественного учёта бактерий, применяются питательные среды, которые перед анализом разливают в пробирки и колбочки, плотно закрывают ватными пробками и стерилизуют. Питательные среды, не содержащие белков и углеводов, стерилизуют паром в автоклаве при избыточном манометрическом давлении 0,1 МПа в течение 20-30 минут. Для питательных сред и материалов с белками или углеводами в составе, и для желатинизированных сред, способных изменяться при температурах выше 100° С, применяют стерилизацию текучим паром. Аппарат для стерилизации – жестяной цилиндр с двойными стенками и крышкой, внутрь которого на специальные подставки помещают стерилизуемый материал, на дно наливают воду и нагревают до 99-100° С в продолжении 30 минут. Стерилизацию проводят три дня подряд: в первый – погибают вегетативные формы микробов, но в материале могут сохраниться споры, которые через сутки прорастают и, превратившись в вегетативные клетки, убиваются второй стерилизацией, на третий день стерилизацию проводят с целью уничтожения спор, не успевших прорасти в первые сутки. При бактериологическом анализе часто требуется предварительное разведение пробы, для чего используют стерильную воду; водопроводную – разливают в пробирки по 9 мл, закрывают ватными пробками и стерилизуют в автоклаве или текучим паром.

При работе с микроорганизмами часто требуется определить их размеры. Единицей измерения служит микрон. Для измерения применяют окуляр-микрометр,



**Рисунок 1.** Работа с объект-микрометром.

представляющий собой круглое стеклышко с нанесенными делениями. Каждый миллиметр в окуляр-микрометре разделен на десять делений. Стеклышко накладывается стороной с делениями вверх на диафрагму окуляра, для чего отвинчивают верхнюю линзу, вставляют микрометр и линзу заворачивают обратно. Прежде чем измерять размер, необходимо определить цену деления окуляр-микрометра, поскольку в микроскопах



различных систем и при разных объективах она неодинакова. Для определения цены деления пользуются объект-микрометром – стеклянной пластинкой со шкалой с ценой деления 0,01 мм. Его помещают на предметный столик и рассматривают как препарат, совмещая нуль окулярной линейки с нулем линейки объект-микрометра (рисунок 1). Подсчитав, сколько делений шкалы окуляр-микрометра приходится на целое число делений объект-микрометра, определяют цену деления окуляр-микрометра. Например, если на два деления объект-микрометра приходится пять делений окуляр-микрометра, то цена деления шкалы последнего окажется равной  $2 \cdot 10 / 5 = 4$  мкм. Определив цену деления, снимают объект-микрометр и измеряют длину и ширину клеток микроорганизмов с помощью линейки окуляр-микрометра. При измерении отдельных клеток одного вида возможны вариации, поэтому необходимо измерить несколько клеток и определить пределы изменений их размеров. При этом надо следить, чтобы величина тубуса оставалась неизменной.

При анализе часто необходимо знать и количество микроорганизмов в единице объёма, для чего пользуются счетными камерами, представляющими расположенные на толстом предметном стекле стеклянные пластинки с выгравированной сеткой, и расположенными по бокам пластинками с уровнем на 0,1 мм выше уровня пластинок с сеткой. Достаточно положить на предметное стекло покровное и притереть его, получится камера глубиной 0,1 мм, разделенная на квадраты объёмом  $1/50$  мм<sup>3</sup> (рисунок 2). Считают количество клеток в 10 квадратах, затем повторяют счет еще четыре раза в любых 10 квадратах, то есть в объёме  $1/5$  мм<sup>3</sup>. Например, в этом объёме 505 клеток, тогда в 1 мл жидкости количество клеток  $505 \cdot 5 \cdot 1000 = 2525000$ . Простейшую камеру

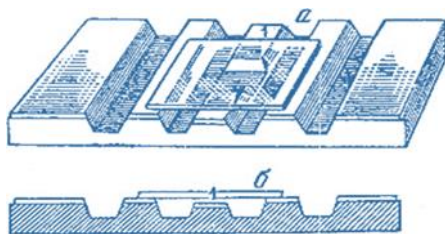


Рисунок 2. К определению количества микробов.

изготавливают из двух склеенных стекол, в верхнем из которых вырезают квадратное отверстие, – площадь квадрата и толщина стекла дают объём камеры – для подсчета пользуются сетчатым окуляр-микрометром. Существуют также специальные калиброванные пипетки с точным объёмом капли – 0,01 мл, которую помещают на предметное стекло, накрывают покровным и просчитывают под микроскопом с окуляр-микрометром. Просчитывают не менее 40 полей зрения, и далее считают по формуле

$$x = \kappa \cdot n / M, \text{ клеток/мл,}$$

где  $\kappa = G/S$ ;  $G$  – площадь покровного стекла (или камеры);  $S$  – площадь просчитанного поля зрения на окуляр-микрометре;  $n$  – количество клеток, среднее из 40 полей зрения;  $V$  – объём капли (или камеры), мл.

Микроскопические препараты готовятся на предметных стеклах размером  $76 \times 26$  мм и толщиной 1,1–1,4 мм, и сверху закрываются покровным стеклом  $14 \times 14$  или  $18 \times 18$  при толщине 0,15–0,17 мм. Предметные и покровные стекла должны быть идеально чистыми. Для исследования живых микроорганизмов применяются два вида препаратов: раздавленная и висячая капли; раздавленная капля – более простой препарат, для приготовления которого каплю наносят на предметное стекло и накрывают покровным, опуская сначала на ребро и медленно на всю каплю, что избавляет препарат от пузырьков воздуха; если исследуются очень крупными инфузории, микроскопические водные клещи или черви, покровное стекло делается на пластилиновых ножках. Препарат готовится быстро, но он временный – можно наблюдать подвижность микроорганизмов, их форму и жизненные функции непосредственно.

При наблюдении за длительно протекающими процессами: размножением, развитием, прорастанием спор и т.д. применяют препарат «висячая капля», для приготовления которого каплю наносят на перевернутое покровное стекло и помещают над лункой предметного, то есть, капля как бы свешивается с верха камеры, образованной



лункой предметного стекла и покровным стеклом (рисунок 3). Края лунки предварительно смазывают вазелином, благодаря чему положенное поверх лунки покровное стекло образует влажную герметичную камеру с каплей с микроорганизмами.

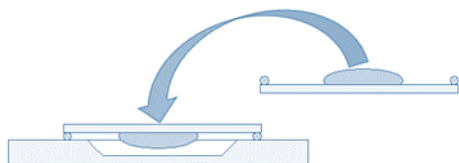


Рисунок 3. Получение висячей

Для изучения строения микроорганизмов, цитохимии необходимо делать фиксированные окрашенные препараты, наиболее простым из которых является мазок. Мазок готовят из культуры очень мелких микроорганизмов, бактерий или клеток, имеющих одинаковое строение и не связанных друг с другом. Приготовление мазка целесообразно, когда интересуют отдельные клетки, а их расположение в пространстве не имеет значения – микроорганизмы распределяют по предметному стеклу мазком, размазанный материал высушивают, фиксируют, окрашивают и консервируют.

При работе с крупными клетками простейших или микроскопическими многоклеточными животными, размерами в сотни раз превышающими размеры бактерий, изготовление мазка нарушит целостность их структуры, поэтому для них используют фиксацию приклеиванием к стеклу, проведением через ряд спиртов для обезвоживания, и окончательным погружением в смолу – канадский бальзам.

Для культивирования микроорганизмов используют искусственные питательные среды, поскольку интенсивный рост и развитие возможны лишь в средах углерода, азота, фосфора и ряда других элементов, а, кроме того, они должны иметь определенное pH. Среда могут быть жидкими и твердыми, чаще используют последние, которые готовят, добавляя к жидкой среде 1,5-2% агар-агара (раст.) или 10-15% желатину (животн.) –  $(C_{12}H_{18}O_9)_n$ . Так как пищевые потребности у разных групп микроорганизмов варьируются, невозможно подобрать универсальную среду для всех, тем не менее, существует несколько рецептов, удовлетворяющих потребности многих – это так называемые стандартные среды. Для микробиологических исследований воды чаще применяют мясо-пептонный бульон (МПБ), мясо-пептонный агар (МПА), мясо-пептонную желатину (МПЖ). Их готовят на основе мясной воды: 500 г мелконарезанного мяса или фарша (без жира и сухожилий) заливают 1,0 л дистиллированной воды, настаивают в течение 12 ч при комнатной температуре, доводят до кипения и фильтруют через полотняную ткань, тщательно отжимая. МПБ готовят из мясной воды, добавляя 10 г/л пептона и 5 г/л NaCl, и нейтрализуют кислую реакцию среды децинормальным раствором щелочи; МПА и МПЖ – добавляя к 1,0 л МПБ 20 г агар-агара или 100-150 г желатины, соответственно. Среда для выращивания определенной таксономической группы называют селективными: для маслянокислых бактерий применяют картофельную с мелом, для аммонификаторов – пептонную воду, для группы *Coli* – среду Эндо (фуксин-сульфитный агар), которую готовят из МПА с подщелачиванием до pH = 7,8-7,9, и добавлением к 1,0 л 10 мл фильтрованного основного раствора фуксина и по каплям 10-% водный раствор  $Na_2SO_3$  до получения ярко-розового окрашивания, после чего добавляют 5 г химически чистой лактозы, растворённой в нескольких мл стерильной  $H_2O$  (в настоящее время чаще пользуются сухими готовыми средами, которые растворяют при нагревании в дистиллированной воде, фильтруют, разливают по колбочкам и пробиркам и стерилизуют).

Для культивирования аэробных микроорганизмов наиболее приемлем чашечный метод, или метод пластинчатых культур, заключающийся в посеве материала на твёрдую питательную среду и выращивании микроорганизмов в определённых температурных условиях; для посева используют чашки Петри. Различают глубинный и поверхностный посевы: при глубинном пробирку со средой, например, МПА нагревают до расплавления агара и охлаждают до 45-50° С, прокалённой и охлажденной иглой или петлёй вносят посевной материал и закрывают пробкой, вращают пробирку для перемешивания, пробку



вынимают, края пробирки проводят через пламя горелки; крышку чашки Петри приподнимают, чтобы прошло только горлышко пробирки, которое вводя под крышку, быстро выливают содержимое и закрывают крышку, вращательным движением равномерно распределяя МПА по дну чашки; при посеве жидкого материала его пипеткой вносят в пустую стерильную чашку Петри, туда же вливают расплавленный и остуженный агар, вращательным движением чашки быстро и осторожно смешивают с посевным материалом. Для поверхностного посева сначала готовят пластинки из питательной среды: МПА разливают по 9 мл в чашки Петри или пробирки, выдерживают в наклонном положении до застывания агара так, что образуется косо застывшая поверхность – косичка; поверхностный посев на пластинку производят пипеткой или петлей, равномерно распределяют посевной материал поворачивая чашку, или размазывая каплю движениями изогнутой стеклянной палочки; при посеве забирают немного посевного материала прокаленной петлей, быстро проводят ею черту снизу-вверх по косо застывшей питательной среде. Края пробирки и пробку обжигают пламенем горелки и пробирку закрывают. Чашки с посевами инкубируют в термостате в перевернутом состоянии; температура и время инкубации зависят от вида микроорганизмов и целей анализа. При посеве на жидкие среды посевной материал вносят петлей и растирают на станке пробирки с жидкой средой, ближе к поверхности жидкости, после чего среда тщательно перемешивается с соблюдением правил посева.

При оценке результатов посева отмечают интенсивность роста: для жидких сред – помутнение, выделение газа, изменение реакции среды, образование осадка; для твёрдых – величину, форму, структуру и цвет выросших колоний. Методы культивирования микроорганизмов на жидких и твёрдых средах применяют и для количественного определения микробов в исследуемом материале – в этом случае количество посевного материала должно быть точно измерено: при использовании твёрдых сред подсчитывают количество выросших колоний, принимая во внимание объём пробы – в 1,0 мл или 1,0 г исследуемого материала – подсчёт ведут с помощью лупы 5×; на жидких средах используют метод предельных разведений (титров), сущность которого – в нескольких последовательных разведениях исследуемой воды. Из каждого разведения делают три параллельных посева в пробирки с жидкой средой; посева инкубируют в оптимальных для организмов условиях, и по прошествии требуемого срока в каждой из пробирок отмечают наличие (+) или отсутствие (–) роста микробов; результаты фиксируют в таблице. Расчёт ведут по наибольшему разведению, в посевах из которого обнаружен рост. Титр рассчитывают, как наименьший объём исследуемой воды, при посеве которого в среде происходит размножение микроорганизмов. Считается, что этот наименьший объём воды содержал только одну способную к размножению и в процессе инкубации размножившуюся особь. В приведенном в таблице примере титр равен 0,001 мл, то есть в этом объёме воды содержится один организм. Более точные подсчеты производят, пользуясь таблицами Мак-Креди, составленными на основе методов вариационного исчисления.

И в сточной воде, и в активном иле помимо сапрофитной микрофлоры могут присутствовать и патогенные микроорганизмы. Это обстоятельство и специфика проведения любого микробиологического анализа требуют исключительной аккуратности, внимания и поддержания стерильности.

### **Литература**

1. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Кинетики ферментативных реакций и изменения сообщества микроорганизмов в условиях стабилизации активного ила. «Учёные заметки ТОГУ» 2018, том 9, № 1. – С. 554-563



2. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Видоизменение микробиологического состава активного ила в процессе стабилизации. «Яковлевские чтения». XIII научно-техническая конференция. Сб. докладов. М.: 15 марта 2018 г. Изд-во АСВ. – С. 35-44.
3. Ерхов А.А. Качество питьевой воды в аспекте кишечных инфекционных микробных патологий и микробиоты в целом. Яковлевские чтения: сб. докладов XIV Международной научно-техн. конф. – М., Изд. МГСУ, 2019. – С. 45-53.





## ПИТЬЕВАЯ ВОДА В РАБОТЕ ИММУНИТЕТА

*Ерхов А.А. (МГРИ, a-erhov@yandex.ru),  
Кравченко Д.С.\* (МГРИ, diana.kravchenko.99.99@mail.ru)*

**Аннотация:** Регуляция тонуса системы иммунитета и действие комменсала в её работе ведёт к созданию прочных гомеостатических отношений с хозяином, формируя совокупность синантропных отношений. Эти отношения иммунной системы хозяина и микробиоты имеют глубокие и долгосрочные последствия для здоровья. Эпидемиологические наблюдения показывают, что изменение материнской микробиоты могут иметь последствия для новорождённого, предрасполагая к заболеваниям, связанным с дисрегуляцией барьерных функций. Формированию иммунитета способствует здоровая микробиота, – важнейшая задача медицины новейшего времени – научиться формировать последнюю с учётом фенотипического разнообразия.

**Ключевые слова:** бактерии, микробиота, микробиом, патогены, ЖКТ, Т-хелперы, В-клетки.

Состав химических элементов и ионов питьевой воды для индивида не установлен. Персонализированное питание, как и персонализированная медицина – задача недалёкого будущего, в настоящем – намечаются лишь цели. Концентрации веществ в питьевой воде минимальны, но должны учитываться в максимальной степени, – как к твёрдой пище, на современном уровне представлений, следует относиться как к лекарству, и потреблять только в необходимых и достаточных количествах жизненно важных веществ, так и к воде; пищевое поведение с умением подсчёта калорий и гликемического индекса необходимо нацеливать именно на это.

Тем более, вопрос персонализированного качества питьевой воды не стоит на повестке дня в отношении бактерий, разумеется, имеется в виду симбиотной формы, способных оказывать лечебное или лечебно-профилактическое действие. Многоклеточные эукариоты симбиотически связаны со своей микробиотой, – поскольку животная клетка в десятки раз крупнее любой бактерии, на сто триллионов ( $10^{14}$ ) клеток человеческого организма приходится  $10^{15}$  бактерий; также у последних в десять раз больше уникальных генов. Сообщества здоровых микроорганизмов обеспечивают, прежде всего, ферментативную активность и нормализуют иммунитет, симбиотически регулируют рост численности патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Иммунная система как приём (врожденных и адаптивных) защитных функций выступает в роли регулятора гомеостаза – поддержания и восстановления функций тканей и даже органов и систем. Адаптивный иммунитет – развитие иммунной системы на основе приобретённой микробиоты нельзя рассматривать в отрыве от симбиотических отношений микрофлоры и организма хозяина. А, вместе с тем, врожденный и приобретённый иммунитет сложно взаимосвязаны, и роль микробиоты в ответ на чужеродное вторжение представляет общий интерес и значение.

Последние десятилетия развития науки и достижений прикладных исследований привели к взрывному улучшению бытовых условий и качества жизни, что тесно связано, с одной стороны, с успехами медицинской паразитологии, эволюцией питания, увеличением продолжительности жизни, с другой, с ростом патологий аллерген-зависимой этиологии и аутоиммунных воспалений, СС и опухолевых заболеваний, антибиотико-зависимыми модификациями, – всё это коренным образом изменило состав микробиоты; комменсализм её различен по формам – мутуалистический, синантропный и паразитарный, и неоднозначен. Микробиота и хозяин представляют целостную физиологически организованную совокупность, опосредствующих фенотип человека –



микробные симбиоты, формируя собственный генетический ландшафт, содействуют здоровью хозяина. Питание – важнейший фенотипический фактор, и, следовательно, должно быть персонализировано безусловно, и как можно скорее.

Начиная с фактически умозрений И.И. Мечникова о возможности лактобациллами молочнокислых продуктов, при их воздействии на пищеварительную систему, продлевать жизнь человека, и заканчивая секвенированием метагенома микробиома с установлением связи конкретных видов с болезненными проявлениями, исследователь пришёл к позиции доказательной медицины и в данном вопросе.

Следствие ослабленного иммунного ответа – высокая восприимчивость к инфекциям, однако в нарушении регуляторной среды микробиоты патологический процесс идёт без явного воспаления. Результаты последних исследований показывают, что определённая популяция эритроидных клеток новорожденных в постнатальный период способствует поддержанию иммунорегуляции среды, и тормозит воспаление слизистой при колонизации микрофлорой. В этот ранний период комменсалы могут также подавлять клетки, участвующие в индукции воспалительных реакций, – это, например, инвариантные естественные Т-киллеры (iNKT) – они имеют долгосрочный эффект и последствия в процессе развития воспалительных реакций.

Бактерии иной формы – патогенной в любом составе – категорически исключаются из состава питьевой воды. Бактериологическое загрязнение воды – качественный показатель её потребительских свойств и вероятный показатель здоровья населения; хоть половина случаев инфицирования патогенами приходится на пищевые продукты, пятнадцать процентов – на питьевую воду, – это среднемировой показатель, определяющий актуальность темы.

Вода, содержащая патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, вызывает, прежде всего, дисбиоз кишечника, далее, нарушение функций пищеварительного тракта, повреждает пробарьерное действие эпителия, поражает органы и системы. Здоровая микробиота играет роль антагонистического предупреждения колонизации патогенами, а также одновременно и совместно с липополисахаридами, пептидогликанами, суперантигенами, бактериальными ДНК выполняет иммуномодулирующее действие, и не только в ЖКТ, но и организме в целом, то есть стимулирует врожденный и адаптивный иммунитет, ослабляет воспалительные реакции – вопрос в равновесном соотношении нормальной микрофлоры, условных и болезнетворных патогенов, – патогены вытесняют полезную микрофлору – с дефицитом лактобактерий и бифидобактерий начинается избыточный рост *Staphilococcus aureus*, *E. coli*, суперантигенов с измененными свойствами, грибов рода *Candida*. С другой стороны, ослабление иммунитета идёт под действием этиологических факторов, и, прежде всего, ксенобиотиков, токсическая роль которых дана ниже, и, в дополнение к этому, болезнетворные микроорганизмы – это сопутствующие инфекции не острых форм. Нарушение микробиома ведёт к снижению функций:

- пищеварения – расстройство утилизации субстратов, нарушение гидролиза и ферментации протеинов, липолиза жиров, сбраживания сахаров и высокомолекулярных углеводов, синтеза незаменимых нутриентов – витаминов и витаминоподобных веществ, ферментов, гормонов, биологически активных соединений;

- иммунитета – утрата со снижением конкуренции за субстрат и выработки бактериоцинов, детоксикации и антионкогенеза, опосредованно антигерато- и антимутагенеза – за счёт роста токсических веществ и ухудшение протекции энтероцитов, органов и систем; лимфоидная ткань слизистой кишечника GALT (gut-associated lymphoid tissue) на 80 % состоит из иммунокомпетентных клеток и на 25 % из иммунологически активной ткани, то есть является самой крупной частью иммунной системы местного и системного действия, генетически связанной с клетками и формирующей рецепторы и антигены.



Ослабление барьерной функции кишечника и аллергическая направленность системы приводят к усилению действия контактных раздражителей и аллергенов.

С первых часов постнатальной жизни идёт адаптация к энтеральному вскармливанию – начинается колонизация ЖКТ и формирование микробного пейзажа, – в течении первых недель бифидофлора является доминирующей, отличаясь количественно – при грудном вскармливании бифидобактерий вдвое больше, чем при искусственном (в любом случае, стерильность ЖКТ плода утрачивается в ходе бактериальной транслокации сразу). Молоко и молозиво содержат иммунные клетки, иммуноглобулины, цитокины, а также микроорганизмы – с преобладанием *Bifidobacterium*. Замедление колонизации способствует развитию Т-хелперов по Th2-пути, активирует В-клетки, приводя, а, затем, утяжеляя течение аутоиммунных состояний, то есть сразу идёт созревание иммунной системы, развитие которой связано с торможением продукции цитокинов и развитием Т- и В-клеток, как регуляторов воспалительных реакций. Качественные нарушения с уменьшением видового разнообразия микроорганизмов повышают риск всех прочих иммунных проявлений, особенно в критический период онтогенеза, и создают предпосылки для формирования отсроченных патологий, определяя на последующие годы иммунный профиль. Изменённый состав микрофлоры представляет при этом полимикробные биопленки полирезистентных штаммов условно-патогенных *Staphylococcus*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* и др. Патогенная микрофлора вызывает при биосинтезе организмом антител аутоиммунные состояния, некоторые штаммы *Staphylococcus aureus* выделяют токсины, как суперантигены усиливающие сенсбилизацию, способствуя торпидности течения аутоиммунных болезней. Таким образом, композиция микробиоты характеризуется уменьшением разнообразия симбионтной флоры и высоким патогенным давлением условно-патогенной и патогенной флоры – на фоне снижения бифидо- и лактобактерий возрастает проницаемость эпителиального барьера, идёт повышение пищевой сенсбилизации и растёт дефицит sIgA.

Совокупность эндо- и экзогенных факторов показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Факторы формирования иммунитета.



Поколенческое изменение микробиоты, связанное со сказанным, способствовало, например, снижению поражения желудка и двенадцатиперстной кишки *H. Pylori* (рисунок 2).

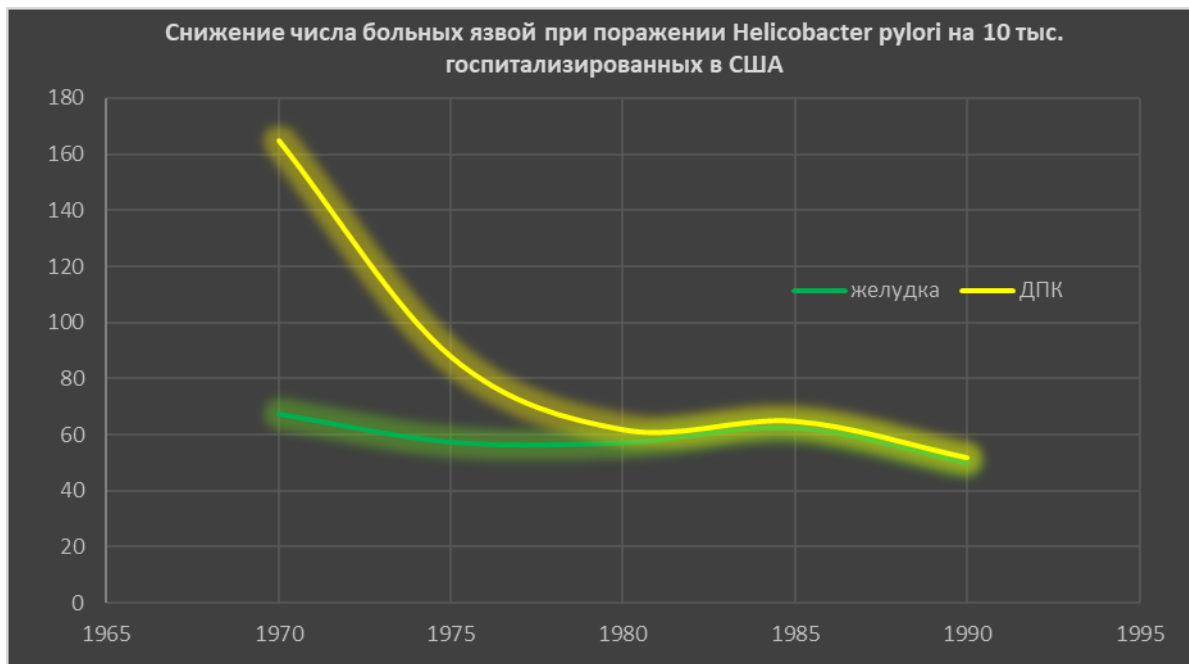


Рисунок 2. Характерные протисты.

Ксенобиотическая роль веществ воды начинает проявляться при достижении ими концентраций предельно допустимых значений (ПДК). Сверх этой дозы – действие яда, ниже – различно, в иных необходимых дозах целесообразно, поскольку многие – активные центры биологических компонентов жизнедеятельности организма. Ну а влияние на иммунитет – вопрос отдельный.

### Литература

1. Ерхов А.А. Природа ядовитости простых веществ. Вестник РГАЗУ 2011. Выпуск 1. № 0421100045\0007. Режим доступа: [http:// www.rgazu.ru/index.php/archiv/2011/907-2011-1](http://www.rgazu.ru/index.php/archiv/2011/907-2011-1).
2. Ерхов А.А. О воздействии радиоактивных элементов на организм животных и человека. Роль мелиорации водного хозяйства в инновационном развитии АПК: Матер международной научно-практической конференция. Ч. III «Экология окружающей среды». М.: МГУП, 2012. – С. 43-49.
3. Ерхов А.А. Минеральная вода для гериатрии и в геронтологии. «Ученые заметки ТОГУ». № 4, 2014. – с. 1283-1298.
4. Ерхов А.А., Кравченко Д.С. Обзор патогенов питьевой воды для обоснования санитарно-гигиенических мероприятий. Сборник «Новые идеи в науках о Земле»: в 7 т./Материалы XIV Межд.научно-практ.конф. – М.: РГГРУ, 2019. Т. 3: Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: гидрогеология и инженерная геология, геоэкология. – 466-470 с.
5. Ерхов А.А. Качество питьевой воды в аспекте кишечных инфекционных микробных патологий и микробиоты в целом. Яковлевские чтения: сб. докладов XIV Международной научно-техн. конф. – М., Изд. МГСУ, 2019. – 45-53.



## ПРИМЕНЕНИЕ ЗИМПРО-ПРОЦЕССА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ОСАДКА

*Зубарева О.И. (МГРИ, zubareva\_olga\_555@mail.ru)*

**Аннотация.** Термическая обработка предназначена для обеззараживания и уменьшения массы осадков сточных вод, предварительно обезвоженных на вакуум-фильтрах, центрифугах или фильтр-прессах. Этот прием упрощает задачу удаления осадков с территорий очистных станций и их дальнейшей утилизации. Осадок после термической обработки представляет собой незагнивающий, свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов, внешне сухой (влажностью 10-50%) сыпучий материал. Известны различные способы термической обработки: конвективный, радиационно-конвективный, кондуктивный, сублимационный в электромагнитном поле. Наиболее распространен конвективный способ сушки, при котором необходимая для испарения влаги тепловая энергия непосредственно передается высушиваемому материалу теплоносителем — сушильным агентом. В качестве сушильного агента могут использоваться топочные газы, перегретый пар или горячий воздух. Влияние тепловой обработки на химический состав осадков исследовано Соммерсом и Картисом.

**Ключевые слова.** Зимпро-процесс, осадки, уплотнение, снижение, топливо.

Целью проведённой работы стало рассмотрение метода гравитационного уплотнения осадка.

В соответствии с целью в работе поставлены следующие задачи:

- выявить приоритетные способы уплотнения осадков;
- изучить проектирование систем уплотнения осадков;
- провести оценку системы теплового кондиционирования осадков с помощью Зимпо-процесса.

Научная новизна работы определяется тем, что впервые проведена комплексная оценка системы Зимпро.

Практическая и теоретическая значимость работы состоит в развитии актуального направления термической обработки осадков. Она состоит в следующем:

- результаты исследования внедряются на промышленных предприятиях Москвы, что позволило комплексно оценить систему термической обработки осадков;
- разработаны конструктивные элементы предлагаемой системы;
- изучен Зимпро-процесс термической обработки осадков.

Личный вклад автора состоит в выборе темы научной статьи, объекта и методов исследования, анализе литературных источников, сборе фактического материала и его обработке, обсуждении полученных результатов, формулировке выводов.

Методологическая основа определяется теоретическими разработками, описанными в трудах Соммерсома и Картисома.

Очистка сточных вод и повторное использование в технологических процессах в промышленности являются критически важной проблемой для сохранения природной среды. Каталитическое окисление влажным воздухом (CWAO) является привлекательным и полезным методом для очистки стока, имеющего концентрации органических загрязнителей слишком низкие, чтобы сжигание и другие методы были экономически целесообразными, или, неэффективности биологической очистки. В CWAO сжигание происходит на катализаторах Pt /Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, как правило, при температуре на несколько градусов ниже температуры, необходимой для термического сжигания. В процессе CWAO органические загрязнители, растворённые в воде, либо частично разлагаются с помощью окислителя до биоразлагаемых промежуточных соединений, либо минерализуются до безвредных неорганических соединений, таких как CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и





неорганические соли, которые остаются в водной фазе. В отличие от других термических процессов CWAO не производит NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, диоксинов, фуранов, летучей золы и т.п.

Системы Zimpro Wet Air Oxidation (WAO) используются главным образом для очистки высококонцентрированных промышленных сточных вод.

Окисление влажным воздухом – это окисление растворимых или взвешенных компонентов в воде с использованием кислорода в качестве окислителя. Когда в качестве источника кислорода используется воздух, процесс называется CWAO. Реакции окисления протекают при температуре от 150° С до 320° С и давлении от 10 до 220 бар.

Процесс мокрого окисления воздуха может предварительно очищать сложные по составу сточные воды, делая их пригодными для сброса на обычную установку биологической очистки. Процесс также используется для окисления загрязняющих веществ в производственных растворах для повторного использования.

Области применения обычного окисления влажным воздухом включают:

- очистка высококонцентрированных сточных вод, в том числе, высокощелочных, образующихся при химическом производстве и с нефтеперерабатывающих заводов;
- в процессе, для обработки и рециркуляции / регенерации потоков технологической жидкости;
- кондиционирование и утилизация биологического осадка.

Окисление влажным воздухом (WAO) исторически использовалось для коммунально-бытовых сточных вод. При более низких температурах и давлениях ил кондиционируется для улучшения обезвоживания. Это называется окислением под низким давлением. При более высоких температурах и давлениях использование метода для активного ила является альтернативой его сжигания.

Характеристики и преимущества метода:

- предварительная обработка высококонцентрированных сточных вод для получения биоразлагаемых остаточных органических веществ;
- разложение конкретных соединений;
- устранение токсичности или реактивности;
- обработка технологического раствора для переработки и восстановления;
- валовое снижение химической потребности в кислороде (ХПК).

Проведя анализ результатов исследования, можно сделать следующие выводы:

- тепловая обработка приводит к снижению более чем на 50% содержания общего азота, и она практически не влияет или влияет в малой степени на содержание фосфора и концентрацию металлов;
- основные особенности Зимпро-процесса заключаются в том, что добавляемый в реактор воздух для окисления улучшает теплообменные характеристики осадков и снижает потребность в топливе и обеспечивает возможность использования горячего осадка для нагрева поступающего осадка;
- уплотнение осадка позволяет повысить концентрацию сухого вещества разбавленного осадка от первоначального значения до несколько большего в пределах 10-12 %. Процессы уплотнения предназначаются для уменьшения объема осадка с целью его дальнейшей обработки.

### Литература

1. «Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal», EPA Technology Transfer. EPA 625, October 1998, p. 14.
2. Hauge, R.T., «Sludge Processing to Optimize Digestibility and Energy Production», Jornal WPCF, November 1999, p. 58.
3. Евилевич А. З. Удаление, обработка и использование осадков сточных вод / Л. ; М. : ГОССТРОЙИЗДАТ, 1954. - 226 с.



4. Технический справочник по обработке воды: [в 2 т.]: пер. с фр. Т. 2 / пер., распространение Водоканал СПб. - 2-е изд. – СПб.: Новый журнал, 2007. - 919 с.