

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Орджоникидзе

МГРИ



XV

Международная научно-практическая конференция
«Новые идеи в науках о Земле»

ТОМ 3

Гидрогеология

Геоэкология

Строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения

XV

International Scientific and Practical Conference
«NEW IDEAS IN EARTH SCIENCES»

Спонсор конференции



Новый Поток

1 - 2 апреля 2021 г. | April 1 - 2 , 2021

Москва | Moscow

Генеральный
спонсор конференции



Металлоинвест

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

Новые идеи в науках о Земле: в 7 т. Материалы XV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле»– М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021.

ISBN 978-5-6045457-0-6

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 ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021. – 314 с.

ISBN 978-5-6045457-3-7

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

ISBN 978-5-6045457-3-7 (т. 3)
ISBN 978-5-6045457-0-6

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ»

1. О возможности утилизации ливневых вод в непроточный искусственный водоём
Белов К.В. (МГРИ, belovkv@mgri.ru).....9
2. К вопросу определения максимального прогнозного уровня подземных вод в условиях приречного режима
Дешевых Г. Ю.* (НИИ геологии ВГУ, lina8686@mail.ru), Корабельников Н. А. (МИП ООО «Акма-Универсал», korabel_na@mail.ru), Устименко Ю. А. (НИИ геологии ВГУ, ustimenko_y@mail.ru).....13
3. Прогнозные ресурсы подземных вод Усинского района
Егоров Т.С.* (Институт водных проблем РАН, tsegorov@mail.ru).....17
4. Разработка профильной модели зоны аэрации и водонасыщенной зоны для изучения миграции загрязнения от ликвидированного промышленного бассейна-накопителя
Кононченко Е.В.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», lena.konon@mail.ru), Петраш А.Б. (ФГБУ «Гидроспецгеология», A.B.Petrash@yandex.ru).....21
5. Основные факторы загрязняющих подземных вод междуречья Кызылсу и Пяндж
Курбанов М.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия, murod.kurbanov@inbox.ru), Черепанский М.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия, vodamch@mail.ru).....25
6. Оценка воздействия каскада промышленных водоёмов-накопителей на подземные воды методами численного моделирования с использованием комплексного анализа природно-техногенных условий
Петраш А.Б.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», A.B.Petrash@yandex.ru) Кононченко Е.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология», lena.konon@mail.ru).....29
7. Условия формирования и типы минеральных подземных вод в пределах восточного склона Сихотэ-Алиня и прибрежно-морских участков в восточной части Приморского края
Трубицын Д.С.* (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», di_trubitsyn@mail.ru), Сергатовских А.А. (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Sergatских@mail.ru).....33
8. Исследование гидрогеохимических и микробиологических особенностей Касимовского ПХГ
Филиппова Д.С.* (ИПНГ РАН, filippovads@ipng.ru), Сафарова Е.А. (ИПНГ РАН, safarovaelisaveta@gmail.com).....37

СЕКЦИЯ «ГЕОЭКОЛОГИЯ»

9. Современное состояние АЭС «Фукусима-Дайити» (Fukushima Daiichi) и меры послеаварийного восстановления
Иборатшоев Р.Д. (МГРИ, iboratshoevrd@mgri.ru).....41
10. О вопросах развития экологического просвещения в Российской Федерации
Алеева Р.Н.* (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, rinataal96@mail.ru), Мазаев А.В. (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, mazaevav@mgri.ru), Степанов А.В. (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, anton.stepanov97@mail.ru).....45
11. Основные направления реализации методов повышения уровня экологического просвещения
Алеева Р.Н.* (МГРИ-РГРУ имени Серго Орджоникидзе, rinataal96@mail.ru).....49
12. Исследование физико-механических свойств галитовых отходов для определения возможностей их складирования
Астапенко Т.С.* (Белорусский национальный технический университет, astapenko.t@bntu.by) Кологривко А.А. (Белорусский национальный технический университет, akologrivko@bntu.by).....53
13. Биоремедиация как перспективный метод реабилитации нефтезагрязненных территорий Арктики
Ахмадиев А.К.* (МГРИ, akhmadievak@mgri.ru), Экзарьян В.Н. (МГРИ, ekzaryanvn@mgri.ru).....55
14. Использование методов опробования компонентов окружающей среды при составлении инженерно-экологических изысканий
Букреев А.Д.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ, digital2018@rambler.ru).....59



15. Анализ изменения коэффициента донной аккумуляции свинца от его концентрации в воде Азовского моря
Буфетов Д.О. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, mbufetova@mail.ru).....63
16. Изучение характера изменения содержания оксидов азота в воздухе г.Москвы в зависимости от метеорологических условий
Воробьева Е.М.* (МГРИ, tigew79@gmail.com), Савушкина Е.Ю. (МГРИ, savushkinaey@mgri.ru).....67
17. Оценка антропогенного воздействия на травяные болота Московской Мещеры
Горшкова А.С.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, linok_97@bk.ru), Хлебосолова О.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, o.hlebosolova@mail.ru).....71
18. Сравнительный анализ распределения минеральных фаз на поверхности листьев в зонах влияния алюминиевых заводов Сибири
Дорохова Л.А.* (ИГИП ДВО РАН, liubov.ad@yandex.ru), Юсупов Д.В. (ТПУ; АмГУ, yusupovd@mail.ru).....75
19. «Необходимость введения методики оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий»
Дорош И.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, ivandivan13@mail.ru).....79
20. Оценка состояния водоемов с различной рекреационной нагрузкой
Захряпина Т.М.* (МГРИ, zakhriapina.bk@mail.ru), Савушкина Е.Ю. (МГРИ, savushkinaey@mgri.ru).....83
21. Обзор современных устройств локализации расплава на атомных станциях
Зубихин Н.В.* (студент группы ТБ-17, МГРИ, nikitazubikhin9@gmail.com), научный руководитель
Иборатшоев Р.Д. (МГРИ, iboratshoevrd@mgri.ru).....87
22. Оценка экологического состояния окружающей среды при разработке нефтяных месторождений Нигерии на основе данных мониторинга
Ибех Нмеча У.* (РУДН, udosulibe1@gmail.com).....91
23. Оценка влияния строительства автодороги М12 «Москва-Казань» на окружающую среду Нижегородской области
Косов С.А.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, semen-kosov@mail.ru) Щерба В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, shcherba_va@mail.ru).....96
24. Изменения минимального уровня воды Дуная у г. Пакш
Костюченко А.А.* (АО «ОЭС», kostyuchenkoa@ioes.ru) Апухтин А.А. (АО «Атомпроект», a_apukhtin@so2.spbaer.ru), Голубев А.А. (АО «ОЭС», golubevaa@ioes.ru), Iritz L. (VIZITERY, illeslajos@environ.hu).....100
25. Экспериментальное изучение техногенных минеральных частиц при открытой разработке месторождений полезных ископаемых
Кочанов А.Н. (ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН, kochanov@mail.ru).....103
26. Проблема совершенствования системы объектного мониторинга состояния недр на этапе вывода АЭС из эксплуатации
Кривомазов А.А.* (МГРИ, anton-krivomazov@mail.ru).....107
27. Веганство как путь к сохранению окружающей среды
Кутейникова Д.М.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, darya.kuteko@inbox.ru), Савушкина Е.Ю. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, eu-savushkina@mail.ru).....111
28. Эколого-геохимическая характеристика вод канала имени Москвы
Липатникова О.А.* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, lipatnikova_oa@mail.ru), Лубкова Т.Н. (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, tanya_lubkova@mail.ru).....115



29. Трансформация геохимического фона современных осадков криолитозоны под влиянием нефтезагрязнений
Лифшиц С.Х.* (Институт проблем нефти и газа ФИЦ «Якутский научный центр» СО РАН, shlif@ipng.ysn.ru),
Глязнецова Ю.С. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, gchlab@ipng.ysn.ru), Чалая О.Н. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН,
oncha@ipng.ysn.ru), Зуева И.Н. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, inzu@ipng.ysn.ru).....119
30. Распределение ртути в профиле почв Южной Сибири
Ляпина Е.Е.*(Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН г. Томск,
eeldv@mail.ru).....123
31. Предложения по совершенствованию системы особо охраняемых природных территорий местного значения в Российской Федерации
Мазаев А.В.* (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, mazaevav@mgri.ru).....127
32. Сравнительный анализ эффективности очистки сточных вод на очистных сооружениях
Макаров А.В.* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), makar95alex@gmail.com) Слащева А.В. (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), anna_slascheva@mail.ru).....131
33. Оценка воздействия полигона ТКО Ядрово на окружающую среду
Макушина Т.А.* (МГРИ-РГГРУ, makushina9922@gmail.com).....136
34. Оценка риска негативного воздействия на организм от электромагнитного излучения в транспорте Москвы
Марусов Н.А.* (МГРИ, nikos.m@mail.ru).....140
35. Экологические проблемы добычи нефти в Арктике
Никифорова Е.Д.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, himmlichsee@mail.ru), Хатит Р.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, dr.rkhatit@yandex.ru), Щерба В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, shcherba_va@mail.ru).....143
36. Выбор эколого-экономически сбалансированного варианта биотоплива для гражданской авиации
Носаль П.Н.* (Российский государственный геологоразведочный университет, polina.karpaeva@bk.ru),
Толстов С.С. (Институт США и Канады Российской Академии Наук, mr.stefensen@yandex.ru).....148
37. Домодедовский карьер – будущий национальный геологический парк Московской области
Овдиенко Е.В.* (МАОУ Константиновская СОШ им. Героя Социалистического Труда Н.В.Хухрева, ludmila272011@mail.ru),
Зайцева Л.С. (МАОУ Константиновская СОШ им. Героя Социалистического Труда Н.В.Хухрева, ludmila272011@mail.ru).....152
38. Сравнительный анализ спектрального отклика растительности для мониторинга состояния ландшафтов охраняемой территории Дельта-дель-Кауто (Куба)
Оливерос Алехандро Пестана* (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).....156
39. Изменение напряжённости электромагнитного поля от линий электропередач в жилых кварталах в течение дня
Орестова Д.В.*(МГРИ, orestova.d@yandex.ru), Хохлаткина М.П.(МГРИ, margo.hohlatkina@yandex.ru).....160
40. Основные аспекты работы МУП Заокский водоканал
Павелко А.В.* (МГРИ, anton-pavelko7@mail.ru), Сергеев И.С. (МГРИ, sergeev13622@mail.ru), к.г.н.
Абрамова Е.А. (МГРИ, abramovaea@mgri.ru).....164
41. Оценка экологических рисков с помощью методики расчета приоритетного числа риска на примере ТЭЦ-26 г. Москвы
Петрова О.И.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), petrova.oksana.2012@yandex.ru), Экзарьян В.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), vnekzar@rambler.ru).....168
42. Оценка современного состояния звукоизоляции ограждающих конструкций селитебных территорий
Полупанова Д. И.* (МГРИ РГГРУ, dpolupanova@mail.ru).....172

43. Использование программного комплекса «АЭМО» для расчета границ СЗЗ и ЗОЗ аэропортовых ПРТО на примере комплекса «Большое Савино» (г. Пермь)
Посажеников Ю.С.* ((Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)), suomenpsycho@gmail.com).....176
44. Техногенные геохимические барьеры окклюзионного типа
Родькина И.А.* (МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, irina-rodkina2007@yandex.ru), Самарин Е.Н. (МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, samarinen@mail.ru).....180
45. Влияние особенностей визуальной среды на развитие Арктического региона
Рукавицын В.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), rukavitsynvv@mgri.ru), Экзарьян В.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), vnezkar@rambler.ru).....184
46. Основы оптимизации систем экологического мониторинга городов (на примере г. о. Подольск)
Савельев П.М. (МГРИ, pivrav_sav@mail.ru).....187
47. Оценка допустимого уровня углеводородного загрязнения для песчаного грунта по данным экотоксикологических исследований на высших растениях
Сергеева А.А.* (МГУ имени М.В. Ломоносова, stasya2006aa@yandex.ru), Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru).....191
48. Экология Белгородской области.
Сивашенко А.В.* (СОФ МГРИ, Sivashchenko03@Mail.Ru) Денисова Е.В. (СОФ МГРИ, Denisovaelena552@gmail.com).....195
49. Оценка воздействия промышленных объектов на родниковые воды северо-западного административного округа города Москвы
Сидорова А.О. (МГРИ РГГРУ, sidor.nastasya1999@yandex.ru).....198
50. Мониторинг экологических последствий ликвидации шахт Восточного Донбасса
Снякина Ю.Р. (МГРИ, juliasinyakina97@yandex.ru).....203
51. Система захоронения отходов производства и потребления на территории Российской Федерации
Смирнов И.Н.* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), don5igor@yandex.ru) Слащева А.В. (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), anna_slasheva@mail.ru).....206
52. Правовое, экологическое и экономическое сотрудничество России, США, Канады, Дании и Норвегии в арктических просторах при освоении шельфовых месторождений
Соболев А.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), worgmc@mail.com).....211
53. Проблемы и перспективы развития общественного транспорта
Степанов А.В.* (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru).....216
54. Анализ системы охраны окружающей среды и природопользования при освоении нефтяных месторождений
Степанова М.В.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», stepanova-mariya2702@yandex.ru).....219
55. Разработка технологии полезной утилизации многотоннажных отходов минерально-сырьевого комплекса (на примере фосфогипса)
Сучков Д.В.* (Санкт-Петербургский горный университет, cjgreykot@gmail.com).....224
56. Оценка промышленного загрязнения подземных вод в городской черте с использованием численного моделирования
Палагушин А.Д.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», a.palagushin@yandex.ru), Семенов М.Е. (ФГБУ «Гидроспецгеология», semenov_m_e@outlook.com).....228

57. Оценка водного и биогазового баланса полигона ТКО «Кучино» для обоснования принципов эффективной рекультивации полигонов Трушин Б.В. (ЗАО «Спецгеоэкология», 7821844@mail.ru), Крахмалов П.А. (ЗАО Студент 1 курса магистратуры МГРИ РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, 7821844@mail.ru).....	232
58. Водно-физические свойства торфогенного слоя как индикатор состояния выработанных брошенных площадей Федотова С.А.* (БНТУ, fgde@bntu.by).....	236
59. Анализ методов очистки сточных вод, применяемых на Краснодарской ТЭЦ Хатит Р.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, dr.gkhatit@yandex.ru), Щерба В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, shcherba_va@mail.ru).....	239
60. Экологические проблемы Средиземноморского побережья Алжира Хута Д*. (Воронежский государственный технический университет, houta.dounia94@gmail.com), Гадиятов В.Г. (Воронежский государственный технический университет, gadiatovvg@mail.ru).....	243
61. Современное состояние водных экосистем верхнего течения реки Ангара Цветкова Е. А.* (МГРИ, zhenya.tsvetkova.96@mail.ru).....	248
62. Эффективность преобразования электромагнитного излучения и современные глобальные проблемы жизни на Земле Чукова Ю.П. (Краснопресненский региональный фонд охраны природы и здоровья населения, u.chukova@mtu-net.ru).....	252
63. Проблемы загрязнения окружающей среды Экзарьян В.Н.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени С. Орджоникидзе (МГРИ), vnekzar@rambler.ru).....	257
СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»	
64. Оценка расходов воды в смесителе водоразборной арматуры Дерюшев Л. Г. (МГРИ, e-mail: Derjushev13@mail.ru) Дерюшева Н. Л (e-mail: vita_nadezhda@mail.ru) Борисова* П. А (МГРИ, e-mail:borisova_bb-18@mail.ru).....	261
65. К вопросу актуализации нормативных документов в области водоснабжения и водоотведения Дерюшев* Л. Г. (МГРИ, e-mail: Derjushev13@mail.ru).....	266
66. Исследование эффективности применения органических коагулянтов для осветления мутных вод Гандурин Л.В.* (МГРИ, gand2@yandex.ru) Маштакова Е.В. (МГРИ, gand2@yandex.ru) Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru).....	270
67. Вторичное использование коагулянта для удаления тяжёлых металлов из сточных вод промышленных предприятий Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru).....	274
68. Новое о кавитации в насосах Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru).....	279
69. Погружные модули для мембранных биореакторов Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru) Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru).....	284
70. Принципы разработки технологического оборудования утилизации осадков сточных вод Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru) Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru).....	289
71. Проблемы и перспективы внедрения ВМ-технологий в строительных проектах Коротаев Д.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, korotaevd99@mail.ru) Иванова Е.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, ivanovaev@mgsu.ru).....	294

72. Анализ и оценка рисков строительных проектов на основе причинно-следственной диаграммы Исакавы и парного сравнения
Коротаяев Д.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, korotayevd99@mail.ru) Иванова Е.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, ivanovaev@mgri.ru).....297
73. Комплексные титансодержащие коагулянты в процессах очистки сточных вод процесса нефтедобычи
Кузин Е. Н.* (Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, e.n.kuzin@mail.ru)..301
74. Соединения восстановленной серы как основной фактор формирования токсических свойств сточных вод целлюлозно-бумажного производства
Овсянникова И.В.* (МГРИ, ovsyannikovaiv@mgri.ru), Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru).....305
75. Разливы нефти и методы их устранения
Хайрутдинова С.К.* – (студент Гидрогеологического факультета, кафедры «Строительство систем и сооружений водоподготовки и водоотведения», e-mail: swetlana.hayrutlinowa@mail.ru
Никифорова Л.О. – (д.б.н., профессор Гидрогеологического факультета, кафедры «Строительство систем и сооружений водоподготовки и водоотведения», e-mail: lidianic@rambler.ru).....309

СЕКЦИЯ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ»

О возможности утилизации ливневых вод в непроточный искусственный водоём
Белов К.В. (МГРИ, belovkv@mgri.ru)

Аннотация

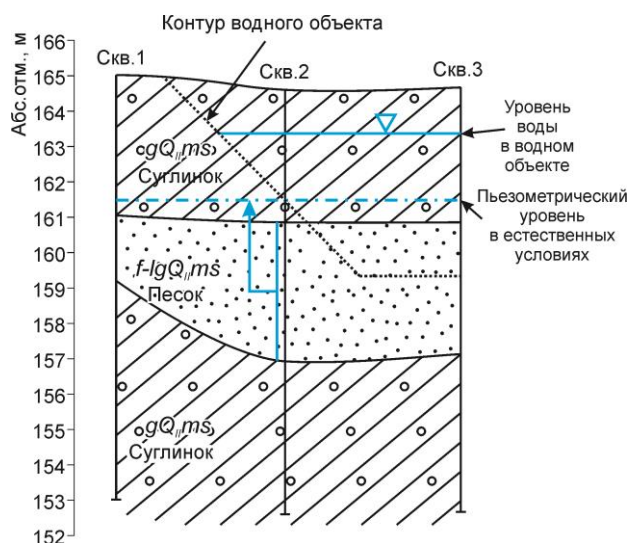
Исследуемый объект расположен на севере г. Москвы в нескольких километрах от Московской кольцевой автодороги. Ввиду отсутствия подключения к городским канализационным сетям удаление образующегося стока дождевых и талых вод предусмотрено в искусственный непроточный водоём; возможность создания его показали данные инженерно-геологических изысканий, проведенных на территории исследуемой площади. Территория, с которой удаляются ливневые и талые воды спланирована и заасфальтирована. Приводится анализ нормативной базы в отношении этого водного объекта, а также методика и результаты вычислений на численной геофильтрационной модели.

Ключевые слова

Фильтрационные потери, численное моделирование фильтрации, питание и разгрузка водоносного горизонта, расход потока подземных вод, загрязнение подземных вод.

Теория

Исследуемая область расположена на севере г. Москвы в нескольких километрах от Московской кольцевой автодороги. Территория площадки (18,5 Га) спланирована и заасфальтирована. Ввиду отсутствия подключения к городским канализационным сетям удаление образующегося стока дождевых и талых вод предусмотрено в искусственный пруд, расположенный на территории объекта. Очертания береговой линии пруда в плане достаточно сложные, по длинной оси размер составляет около 60 м, по короткой оси - 40 м, а площадь около 2400 кв.м.



Гидрогеологический разрез.

Данные инженерно-геологических изысканий, проведенных на территории исследований показали возможность создания и затем, строительства пруда в качестве поглотителя образующихся стоков (рисунок 1). Согласно информации, полученной при проходке разведочных скважин до глубины 12 м, разрез представлен образованиями четвертичного возраста. С поверхности до глубины 2.0-6.0 м развиты отложения ледникового генезиса, представленные плотными моренными суглинками. Глубже по разрезу залегают флювиогляциальные пески, имеющие мощность от 0.2 до 5.0 м. В основании этих песков залегают одновозрастные моренные суглинки. Месторасположение пруда и его глубина выбраны так, чтобы откосы были заложены в суглинке, а дно – в песках. Пески эти в природных условиях содержат субнапорные воды. Величина напора по данным бурения достигала 2.0 м, глубина до воды в пределах всех площадки изменяется от 0.5 до 3.5 м. В пределах водного объекта глубина до воды в естественных условиях составляла 3.5 м. По проекту при максимальном заполнении уровень воды находится в 1.5 м ниже уровня дневной поверхности.

Анализируя топографическую карту N-37-004 масштаба 1:100000, карту четвертичных отложений N-37-II масштаба 1:200000 и физико-географическую карту Московской области можно утверждать, что площадка расположена в пределах Клинско-Дмитровской морено-эрозионной возвышенности на вершине водораздельного гребня. Высотные отметки местности изменяются от 160 м на юге до 170 м на севере территории. С запада и востока гребень огибают два ручья, которые сливаются в один на южной оконечности гребня. Ширина русел в нижнем течении ручьев примерно одинаковая и вместе впадения составляют около 3 метров каждая. Выше по течению ручьи мелеют и превращаются во временные водотоки. Длина водораздела с севера на юг составляет примерно 3000 м, ширина с запада на восток около 1500 м. Водораздел с поверхности сложен мореной московского горизонта, представленной суглинками с гравием и галькой (рисунок 1).

Для моренных образований характерно заполнение современных долин рек (понижений) песчаным, а водораздельных гребней – суглинистым материалом. Таким образом можно допустить, что выклинивание песка будет происходить при движении с юга на север. Абсолютные отметки поверхности земли в районе площадки составляют от 165 до 166 м, уклон рельефа направлен от центра гребня к периферии. Питание водоносного горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков составляет 630 мм. Исходя из анализа карты, представленной на рисунке 2, разгрузка подземных вод осуществляется в речную сеть и испарением растительностью.

Для определения расхода воды, поступающего в пласт из пруда создана численная модель в программном комплексе *ModFlow* [1, 3, 4]. Моделирование осуществлялось в стационарной постановке, модель содержит 2 слоя, блоки квадратные, с размером стороны 50 м. Геометрические границы области моделирования задавались следующими: на западе, юге и востоке граница проведена по эрозионному врезу ручьев; на севере граница модели задавалась по линии выклинивания флювиогляциальных песков; нижняя граница на модели задавалась по поверхности водоупора, которым являются моренные суглинки.

Мощность флювиогляциальных песков различна: на севере, на участке выклинивания она составляет 0.6 м, в центральной части достигает 5.0 м и уменьшается до 3.5 м южной части модели. Величина коэффициента фильтрации для слоя песка задана как 4 м/сут, величина коэффициента фильтрации верхнего слоя суглинков - 0.1

м/сут. В качестве граничных условий на модели заданы граничные условия типа *Recharge* и *River*.

Граничное условие *Recharge* задано на участках, свободных от непроницаемых покрытий, например, асфальтированных площадок автостоянок, магазинов и складов. Величина инфильтрационного питания, заданная на модели, составляет $5 \cdot 10^{-5}$ м/сут (или 3% от величины среднегодового количества осадков, равного 630 мм). Задание столь малой величины инфильтрационного питания на модели обусловлено низкими фильтрационными свойствами суглинков и большими уклонами рельефа. В совокупности эти факторы приводят к тому, что значительная часть дождевых и талых вод, формирующаяся на дневной поверхности, переходит либо в поверхностный сток и удаляется с территории, либо остается в пониженных участках рельефа и в теплое время года испаряется. Лишь незначительная часть из среднегодового количества осадков расходуется на питание подземных вод.

Граничное условие *River* задано по периферии модели в виде линии. При задании этого граничного условия использовалась функция \$BOT+\$DZ, таким образом, абсолютные отметки уровней воды в реке и отметок дна отсчитывались от поверхности рельефа. Абсолютная отметка уровня воды в реке задавалась всегда ниже абсолютной отметки рельефа ниже на 0.4 м.

Задание абсолютных отметок дна, мощности подрусловых отложений и ширины рек различно для истоков рек на севере и устьев рек на юге модели. Изменение всех вышеперечисленных параметров реализовано в модели по линейному закону. На севере отметка дна задана на 0.45 м ниже абсолютной отметки рельефа, на юге – на 1.0 м; на севере мощность подрусловых отложений задана равной 0.1 м, на юге – 0.6 м; ширина реки на севере равна от 0.5 м, на юге - 3,0 м.

Величина коэффициента фильтрации подрусловых отложений задана везде одинаковой и равной 0.2 м/сут [2].

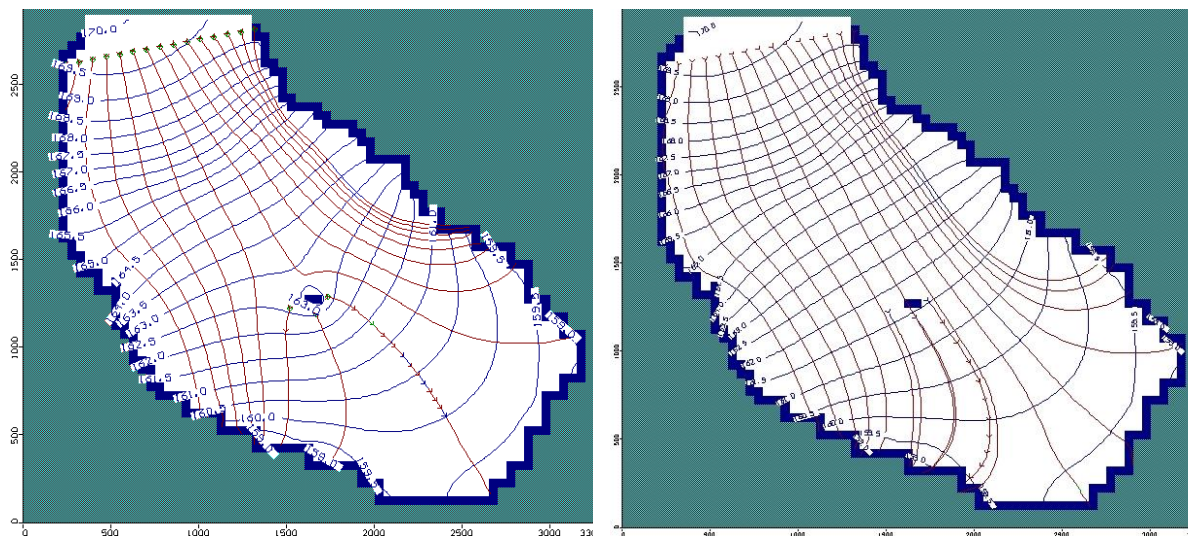
Граничное условие *River* реализовано также для задания пруда. Оно задано в двух модельных блоках Подошва верхнего слоя в обоих блоках также задана на одинаковых высотных отметках, равная 161.20 м. Мощность слоя суглинков, являющегося верхним водоупором, составляет в этих блоках 3.5 м. Уровень воды в водном объекте задан на отметке 163.5 м, дно водоёма задано на отметке 161.22 м, мощность подрусловых отложений задана 0.01 м, коэффициент фильтрации подрусловых отложений задан равным 4 м/сут.

В результате расчёта получена карта распределения напоров при наличии фильтрационных потерь из пруда (Рисунок 2, а) и без них (Рисунок 2, б).

Выводы

1. Влияние дополнительного источника питания прослеживается в водоносном горизонте на расстоянии около 250 м от водного объекта, достаточно сильно сказываясь на структуре потока подземных вод. Суммарно в модель поступает $326.2 \text{ м}^3/\text{сут}$; из них величина фильтрационных потерь из пруда составляет $48.6 \text{ м}^3/\text{сут}$. Таким образом, в результате расчёта показано, что фильтрационные потери составляют

около 15% от естественного расхода потока, что является в данном случае, существенной величиной.



Карта распределения напоры при наличии фильтрационных потерь из пруда, а) и без них б)..

2. Существует возможность поступления загрязняющих веществ в подземные воды и нанесение вреда окружающей среде, что требует законодательного регулирования при строительстве сооружений подобного рода. Использование искусственных водоёмов как способа утилизации сточных вод должно быть обосновано и контролироваться.

3. Изменение фильтрационных свойств пород, слагающих дно водоёма, приведет к уменьшению расхода воды, поступающей в водоносный горизонт. Слой, мощностью 20 см и величиной коэффициента фильтрации 0.001 м/сут приведет к уменьшению фильтрационного расхода пруда в 1.8 раза.

Библиография

1. Белов К. В., Лисенков А. Б., Пономарев А. Д., Горбатенко Н. С.. «Исследование процессов фильтрации воды в пористой среде методами физического и численного моделирования». «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов». 2017. – Т. 328. – № 8.
2. Кирюхин В.А. Общая гидрогеология. – Спб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2008. - 439 стр.
3. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1976. - 407 стр.
4. Chiang, W.-H., Kinzelbach W. 3D-groundwater modeling with PMWIN: a simulation system for modeling groundwater flow and pollution. Berlin: Springer, 2001. – 346 p.

К вопросу определения максимального прогнозного уровня подземных вод в условиях приречного режима

Дешевых Г. Ю.* (НИИ геологии ВГУ, ina8686@mail.ru), Корабельников Н. А. (МИП ООО «Акма-Универсал», korabel_na@mail.ru), Устименко Ю. А. (НИИ геологии ВГУ, ustimenko_y@mail.ru)

Аннотация

В докладе излагаются методические подходы к определению прогнозного максимального уровня подземных вод первого от поверхности горизонта в условиях приречного режима на основе длительного ряда стационарных наблюдений.

Ключевые слова

Уровень подземных вод (УПВ), приречный режим подземных вод (ПВ), среднее, дисперсия, амплитуда.

Теория

При проведении гидрогеологических исследований прикладного характера, в частности инженерно-геологических изысканий, одной из основных задач ставится определение прогнозного максимального уровня подземных вод. Причем в соответствующих сводах правил указывают, что для установления прогнозного уровня должны быть использованы данные уровня режима изучаемых водоносных подразделений подземных вод (ПВ), проводимых в рамках мониторинговых работ [2]. При этом ни в одном нормативном документе не указывается как, каким методом это делать.

Нами был проанализирован ряд данных наблюдений за УПВ неоген-четвертичного горизонта с 2000 г. по 2020 г., который был предоставлен ТЦ «Воронежгеомониторинг». Для анализа использовались данные по наблюдательной скважине № 4, расположенной на полигоне «Веневитиново» на стыке поймы и первой надпойменной террасы р. Усманка (Рисунок 1).

Водовмещающими породами современного аллювиального горизонта (*aIV*) являются разномерные пески, местами глины и суглинки с прослоями песков [3]. Водоносный горизонт залегает первым от поверхности, не имеет водоупорного перекрытия. Воды обычно безнапорные, преобладающая глубина залегания 2-4 м.

Водовмещающими породами водоносного локально слабодоносного верхнечетвертичного аллювиального горизонта (*a III*) являются разномерные пески, часто с прослоями суглинков и глин в верхней части разреза. Водоупорное основание, как правило, отсутствует. Мощность горизонта составляет в среднем 13,0 м. Горизонт залегает первым от поверхности, безнапорный, со свободным уровнем на глубине 0,3-8,0 м.

Подземные воды четвертичных аллювиальных горизонтов имеют темную взаимосвязь с подстилающими их водоносными отложениями плиоценового терригенного комплекса (*N₂*). Воды приурочены к аллювиальным песчаным образованиям. Преобладающие значения мощности водовмещающих образований комплекса 22-25 м. Глубина залегания уровня подземных вод комплекса зависит от рельефа и изменяется от 1,1 до 30 м.

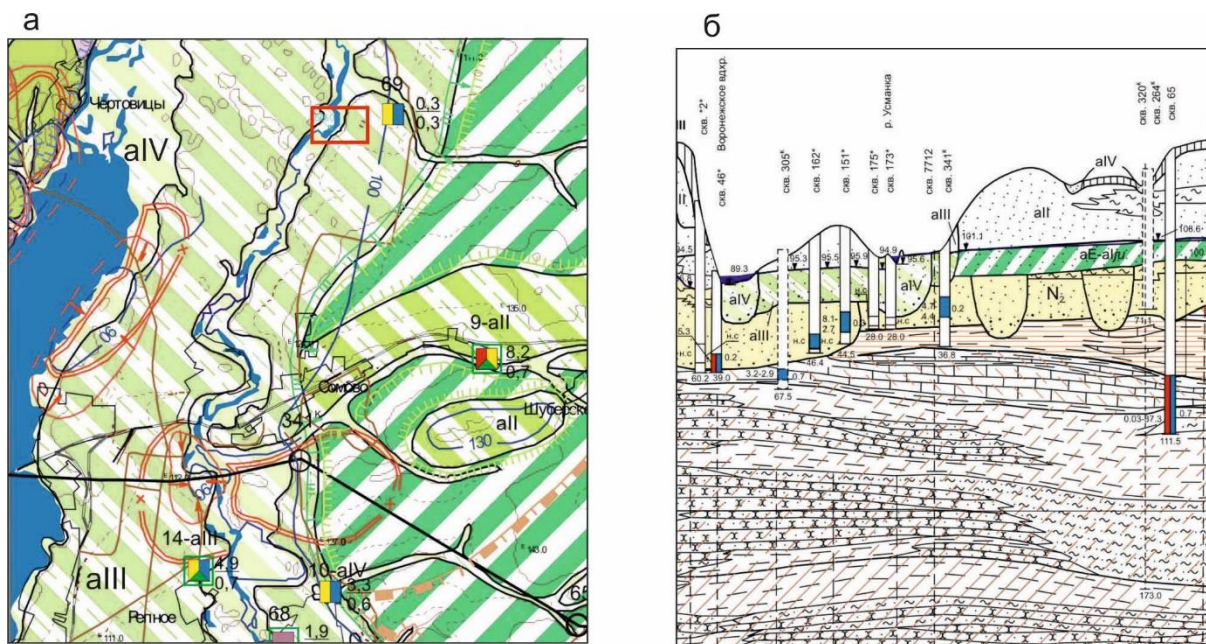


Рисунок 1. Фрагменты: а) гидрогеологической карты масштаба 1:200 000; б) гидрогеологического разреза [3].

Приречный вид режима в районе изучения характеризуется четкой гидравлической связью грунтовых вод с речными, и наиболее характерной чертой его является весенний подъем уровней, который обусловлен поступлением в водоносный горизонт паводковых вод.

Весенний подъем уровней начинается обычно в марте и заканчивается в мае. После достижения максимума начинается летний спад уровней, длящийся до конца августа (летняя межень). После этого начинается относительный осенний подъем уровня, который длится обычно до декабря, после которого устанавливается зимняя межень [4].

Наблюдения за УПВ по скв. № 4 проводились в последние двадцать лет с периодичностью раз в декаду. Для анализа ряд наблюдений был разбит по годам и совмещен на одной координатной плоскости (Рисунок 2).

Визуально по графикам колебания уровня было условно выделено три периода (фазы) уровня режима: весенний подъем, летний спад и осенне-зимняя межень. Условные дата выделенных периодом; *весенний подъем* – 01.03 - 20-30.05; *летний спад* – 21-01.06. - 15.08; *осенне-зимняя межень* – 16.08 - 28.02.

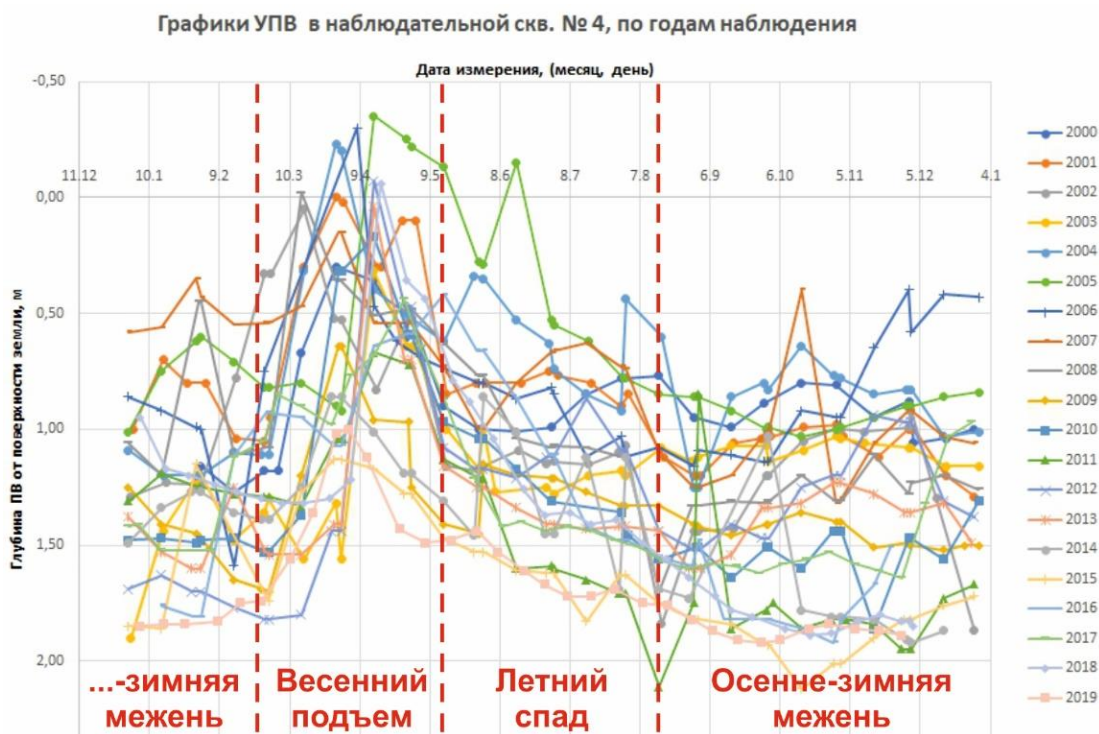


Рисунок 2. Графики УПВ по наблюдательной скв. № 4, за представленные годы наблюдения, с выделенными периодами режима ПВ.

По выделенным периодам была проведена количественная оценка однородности выборочных дисперсий по критерию Фишера F и выборочных средних по критерию Стьюдента t [1]. Сравнивались ряд уровней *весеннего подъема* (ряд 1) поочередно с рядом *летнего спада* (ряд 2) и с рядом *осенне-зимней межени* (ряд 3), и отдельно было проведено сравнение ряда *летнего спада* с рядом *осенне-зимней межени*.

По значениям критерия Фишера гипотеза однородности рядов уровней *весеннего подъема* с рядом *летнего спада*, а также с рядом *осенне-зимней межени* не может быть принята, так как значения критерия F больше критических значений F_{α} ($F_{1/2}=1,88 > F_{\alpha}=1,16$; $F_{1/3}=1,68 > F_{\alpha}=1,08$). Такой же вывод следуют и по оценке однородности выборочных средних по критерию t при сравнении ряда *весеннего подъема* с рядами *летнего спада* и *осенне-зимней межени*: $t_{1/2}=13,6 > t_{\alpha}=1,974$; $t_{1/3}=32,49 > t_{\alpha}=1,967$.

Совместный ряд *летнего спада* и *осенне-зимней межени* по критерию F и по критерию t можно считать однородными ($F_{2/3}=0,89 < F_{\alpha}=1,08$; $t_{2/3}=0,17 < t_{\alpha}=1,967$).

Выводы

Статистически по данным наблюдений за последние двадцать лет по скв. № 4 можно выделить два периода приречного режима УПВ; 1) *весенний подъем* с периодом 01.03. – 30.05. и средней глубиной ПВ от поверхности земли – 0,78 м; 2) *летне-зимняя межень* с периодом 01.06. - 28.02 и средней глубиной ПВ от поверхности земли - 1,27 м. Установленный максимальный уровень за анализируемый период по скважине № 4 составил + 0,35 м от поверхности земли. Соответственно, амплитуда колебания УПВ составляет: относительно среднего за период *весеннего подъема* – **1,13 м**; относительно среднего за период *летне-зимней межени* – **1,62 м**.

Эти амплитуды нами рекомендуется принимать для определения максимального прогнозного уровня в аналогичных условиях приречного режима ПВ на территории Воронежской области, а именно в пределах пойм, 1-ой и 2-ой надпойменных террас. Вскрытые уровни ПВ в период *весеннего подъема* или *летне-зимней межени* следует принимать за средние статистические для площадки изучения.

Библиография

1. Балдин К.В. Теория вероятности и математическая статистика: Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукоусев. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2018. – 472.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории РФ. Выпуск 43. Гидроспецгеология, 2020.
3. Пархоменко В.Н. Отчет о проведении геологического и гидрогеологического доизучения, инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 с эколого-геологическими исследованиями на площади листа М-37-IV (Воронеж). ТФГИ, Воронеж, 2000.
4. Пасмарнова С.П., Устименко Ю.А. Особенности режима подземных вод юго-западной части Воронежской области. Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции, 11-12 ноября 2016 г. - Воронеж, 2016 . Ч. 3. - с. 152-155.

Прогнозные ресурсы подземных вод Усинского района

Егоров Т.С. (Институт водных проблем РАН, tsegorov@mail.ru)*

Аннотация

Рассмотрено современное состояние ресурсов подземных вод восточной части Печорского артезианского бассейна в условиях распространения многолетнемерзлых пород на территории Усинского района Республики Коми. Создана гидрогеодинамическая модель исследуемой территории, на основе которой выполнена оценка прогнозных ресурсов, соответствующих современным нормативным требованиям. Рассмотрены основные источники формирования баланса подземных вод при перспективном водоотборе.

Ключевые слова

Гидрогеодинамическое моделирование, прогнозные ресурсы подземных вод

Источники финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-35-90018).

Введение

В условиях нестабильного качества поверхностных вод [4] в Усинском районе, а также развития нефтедобычи кондиционные пресные подземные воды позволят существенно повысить водообеспеченность района. В предлагаемой работе изучаются “перспективные” прогнозные ресурсы подземных вод по категории P_1 , т.е. на участках, уже имеющих соответствующую инфраструктуру, находящихся непосредственно рядом с водопотребителем. Согласно [5] прогнозные ресурсы категории P_1 учитывают возможность увеличения запасов на разведанных или оцененных месторождениях подземных вод, количество которых в Усинском районе за последние 20 лет увеличилось в >5 раз. В предлагаемом исследовании оценка прогнозных ресурсов выполнена с использованием метода математического моделирования, способного описать сложные геолого-гидрогеологические условия территории, рассчитать величину привлекаемых ресурсов, формирующихся за счет поверхностных вод, и оценить латеральный поток подземных вод, которому ранее практически не уделялось внимания. Оценка прогнозных ресурсов опиралась преимущественно на материалы крупномасштабных, реже – среднемасштабных съемочных работ, а также на данные опытно-фильтрационных работ и фактические данные, полученные при бурении скважин. В работе учтены материалы по 111 разведочно-эксплуатационным, поисковым и картировочным скважинам.

Геофильтрационная схематизация

По геолого-гидрогеологическим условиям территория исследования представляет собой водоносную систему, состоящую из двух водоносных пластов (среднеплейстоцен (б-я ступень) – голоценовая водоносная толща, имеющая локальное распространение и фактически являющаяся “транзитной” для нижележащих гидрогеологических подразделений, и чирвинский водоносный горизонт, являющийся

основным источником водоснабжения в исследуемом районе), разделенных относительно водоупорным горизонтом (тимано-уральским). Территория исследования находится в зоне сливающейся мерзлоты, которая затрудняет питание подземных вод в северо-восточной части исследуемого района и ограничивает отток из чирвинского горизонта в нижележащие гидрогеологические подразделения.

При подсчете прогнозных ресурсов подземных вод следует ориентироваться на весьма длительный, практически неограниченный период эксплуатации [1], поэтому в работе использована стационарная версия уравнения. Гидрогеологическое строение на большей части исследуемой территории способствует тому, что инфильтрационное питание поступает сразу же в слабопроницаемый слой тимано-уральских отложений. В этом случае $Q_{vert} = -R$, и задача сводится к одному уравнению (1) относительно напора в чирвинском горизонте $H(x,y)$, дополненному краевыми условиями (2) и (3):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial H}{\partial y} \right) - Q_{vert} + q_{well} + q_{riv} = 0, \quad (1)$$

$$q_{riv} = T_{riv}(H_{riv} - H), \quad (2)$$

$$q_{well} = T(H_{well} - H), \quad (3)$$

где Q_{vert} – поток подземных вод из напорного горизонта в безнапорный; R – инфильтрационное питание; q_{well} и q_{riv} – соответственно интенсивность поступления воды в горизонт из скважин и рек в расчете на единицу площади (в случае водоотбора из скважин величина q_{well} отрицательна), H_{riv} и H_{well} – уровни воды в реке и в скважине соответственно, T_{riv} и T – эмпирические коэффициенты, нормируемые на единицу площади.

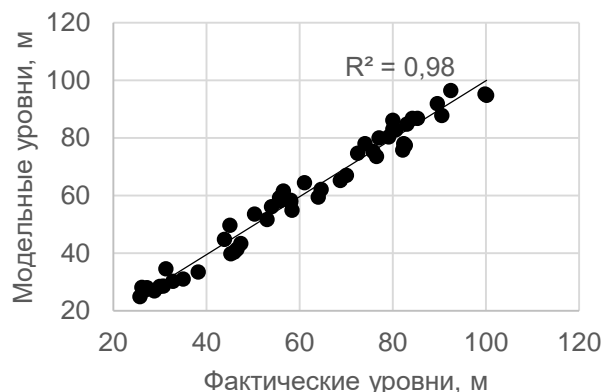
Внешние границы модели были определены граничным условием III рода [6] (на В – р. Большая Макариха, на ЮВ и Ю – р. Уса, на ЮЗ – р. Печора; на З – р. Лая) и граничным условием I рода (на С – водораздел). По данным предшествующих исследований, конфигурация гидроизогипс в чирвинском водоносном горизонте вблизи этих рек резко меняется, что позволяет принять их за гидрологически обусловленные внешние границы. В плановом потоке также были определены внутренние границы III и II родов, заданные по водотокам и скважинам. После определения внешних границ общая площадь модели составила 5815.8 км² при количестве блоков 23263, размером 500 на 500 м.

Решение обратной задачи

Для калибровки гидрогеодинамической модели подземных вод Усинского района решена обратная задача с использованием отметок уровней чирвинского водоносного горизонта за 2016 г. Решение обратной задачи сводилось к последовательному решению серии прямых задач с перебором расчетных параметров модели: проводимости чирвинского водоносного горизонта, инфильтрационного питания, интегральной проводимости подрусловых отложений.

Проведена оценка достоверности модели по достижению приемлемой сходимости между модельными и фактическими данными по уровням подземных вод. Доверительный интервал принят равным 10% от перепада напоров по всей моделируемой области [2] и составил 7 м. По достижении критерия согласования

получена верифицированная модель, адекватная природно-техногенной обстановке на территории исследования. Невязка модельных и фактических уровней чирвинского водоносного горизонта – в диапазоне от –6.2 до 6.3 м (Рисунок 1).



Соотношение между модельными и фактическими уровнями подземных вод чирвинского водоносного горизонта (обратная задача на 2016 год).

Инфильтрационное питание составило, м/сут: для лесного ландшафта, сложенного преимущественно суглинками, – 2.5×10^{-5} ; для лесного ландшафта, сложенного преимущественно супесями, – 5×10^{-5} ; для речных долин – 1×10^{-4} ; для зоны распространения поверхностной мерзлоты – 0; для селитебных территорий и земель, отведенных под сельскохозяйственные угодья, – 4×10^{-4} . Полученные величины инфильтрационного питания для Усинского района не противоречат предшествующим региональным оценкам – на уровне 20–40 мм/год [3]. Интегральная величина проводимости подрусловых отложений составила, м²/сут: малые реки – 250, верхнее течение средних рек – 500, среднее и нижнее течение средних рек – 1000, крупных рек (Уса и Печора) – 2000. Проводимость чирвинского водоносного горизонта составила: в пределах внемерзлотной части исследуемой территории – 60; где чирвинский водоносный горизонт частично проморожен, в 2 раза меньше – 30; в пределах речных долин – 100 м²/сут.

По результатам решения обратной задачи получено модельное распределение напоров в чирвинском водоносном горизонте. Итоговый баланс гидрогеодинамической модели формируется за счет изменения количества воды на границе модельного слоя. Формирование баланса происходит в основном за счет рек – 58 (приток из рек – 8, отток в реки – 50) и инфильтрационного питания – 42%.

Оценка прогнозных ресурсов подземных вод

Запасы на месторождениях зачастую оцениваются исходя не из гидрогеологических условий, а из заявленной потребности Недропользователя. С учетом данного факта на таких месторождениях возможно существенное наращивание водоотбора за счет прогнозных ресурсов категории P_1 . Таким образом, максимально возможный водоотбор на участках недр будет определяться суммой запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 при сохранении заданных ограничений. На основе верифицированной модели осуществлен максимально возможный водоотбор на 20 месторождениях распределенного фонда недр. При решении прогнозных задач допустимое понижение уровня подземных вод определено разницей между абсолютными отметками модельного уровня (обратная задача) и кровлей чирвинского водоносного горизонта.

По результатам оценки прогнозных ресурсов подземных вод суммарный расход на месторождениях распределенного фонда недр – 78645 м³/сут. Формирование баланса чирвинского водоносного горизонта происходит за счет, %: рек – 52 (приток из рек – 12, отток в реки – 40); инфильтрационного питания – 38; водоотбора скважинами – 10 (Таблица 1). При этом сценарии произошло перераспределение статей баланса по сравнению с модельным балансом, полученном при обратной задаче, за счет сокращения оттока в реки на 55.6 и увеличения питания из рек на 13.2%.

Таблица 1. Формирование модельного баланса

Статья баланса	Ненарушенное состояние, м ³ /сут	При водоотборе		
		Q, м ³ /сут	δ, м ³ /сут	δ, %
<i>Поступление</i>				
Инфильтрационное питание	289162	289162	0	-
Приток из рек	58800	91511	32711	41.6
<i>Расходование</i>				
Отток в реки	-347962	-302028	45934	58.4
Скважины	0	-78645	-78645	-
Итого	0	0	0	100

Выводы

Исследованы геологические и гидрогеологические условия восточной части Печорского артезианского бассейна, построена математическая геофильтрационная модель, с помощью которой оценены прогнозные ресурсы категории Р₁ в объеме 72873.4 м³/сут для перспективной потребности развивающегося городского округа Усинск и основные источники формирования баланса подземных вод. Решение прогнозной задачи по модели показало, что на уже разведанных участках месторождений распределенного фонда недр возможно наращивание запасов в 13.6 раз по сравнению с утвержденными. Таким образом, суммарный водоотбор в 78645 м³/сут (при утвержденных запасах на месторождениях распределенного фонда недр – 5771.6 м³/сут) может рассматриваться для перспективного развития района, так как модельные понижения уровней оказались меньше допустимых.

Библиография

1. Боровский Б.В., Язвин Л.С. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Методические рекомендации по проведению второго этапа работы). М.: ГИДЭК, 1995. 72 с.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. М.: Недр, 1980. 358 с.
3. Зекцер И.С. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. М.: Науч. мир, 2012. 374 с.
4. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодники за 2011-2018 гг. Ростов-на-Дону: Росгидромет, ГХИ.
5. Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод. М.: МПР России, 2007.
6. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1995.

Разработка профильной модели зоны аэрации и водонасыщенной зоны для изучения миграции загрязнения от ликвидированного промышленного бассейна-накопителя

Кононченко Е.В.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», lena.konon@mail.ru),

Петраш А.Б. (ФГБУ «Гидроспецгеология», A.B.Petrash@yandex.ru)

Аннотация

На основе комплексного анализа природно-техногенных условий района разработана профильная модель, включающая источник загрязнения, зону аэрации и водонасыщенную зону. По результатам моделирования показано, что фиксируемое по данным мониторинга загрязнение грунтовых вод нитрат-ионом связано с переливом загрязнённых вод верховодки через борта противофильтрационного экрана ликвидированного бассейна.

Ключевые слова

Открытые бассейны-накопители, численное моделирование, миграция загрязнения, зона аэрации, грунтовые воды

Открытые бассейны-накопители, используемые для временного хранения промышленных отходов и стоков, являются потенциальными источниками загрязнения грунтовых вод. Для оценки влияния бассейнов на грунтовые воды необходимо ведение мониторинга их состояния, а также разработка численных моделей миграции загрязнения. Целью данной работы является изучение поступления остаточного загрязнения из ликвидированного бассейна в грунтовые воды с использованием профильной модели, охватывающей гидрогеологический разрез от поверхности земли до кровли регионального водоупора.

В качестве объекта исследований рассмотрен ликвидированный к настоящему времени бассейн 354, расположенный на 7-й надпойменной террасе р. Енисей. В строении террасы выделяются нижняя, русловая и верхняя, пойменная фации аллювия. Русловая фация представлена преимущественно гравийно-галечниками с песчаным заполнителем, а пойменная фация – суглинками (рис. 1). К нижней части аллювия приурочен грунтовый водоносный горизонт, относительным водоупором для которого является толща среднеюрских глинистых отложений. Мощность отложений зоны аэрации (ЗА) в районе размещения бассейна составляет около 35 м.

Бассейн 354 сооружен на естественном грунтовом основании, его дно и откосы оборудованы противофильтрационным экраном (ПФЭ). Эксплуатация бассейна велась с 1958 по 1978 гг. и была прекращена в связи с накоплением большого количества донных отложений. В 1990-1991 гг. проведена первичная засыпка (ПЗ) бассейна местными супесями и суглинками, в процессе которой было засыпано около 80% площади бассейна, а его восточная часть осталась открытой. В ходе засыпки текучая часть донных отложений пропитывала грунты засыпки и выдавливалась на поверхность. В 2008 г. бассейн был окончательно ликвидирован. В контуре засыпанной чаши бассейна в 2015 г. пробурены наблюдательные скважины, показавшие наличие верховодки, сформировавшейся на ПФЭ. Уровень верховодки (УВ) находится на 3 м выше бортов ПФЭ (рис. 1). Отток воды, поступающей с атмосферными осадками, вероятно, происходит, преимущественно за счёт перелива через борта ПФЭ.

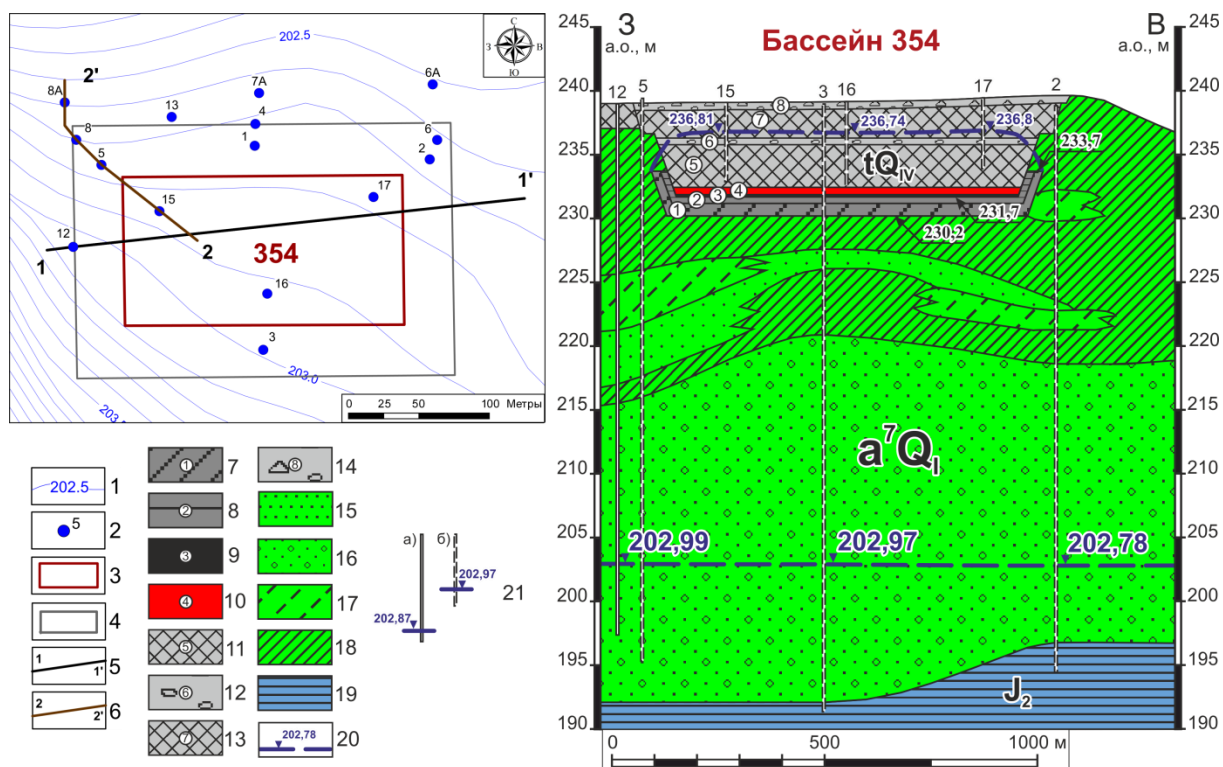


Рисунок 1. Карта гидроизогипс грунтового водоносного горизонта для участка бассейна 354 (слева) и схематический гидрогеологический разрез по линии 1-1' (справа): 1 – гидроизогипсы через 0,1 м; 2 – наблюдательная скважина и её номер; 3 – ликвидированный бассейн 354; 4 – границы засыпанной чаши бассейна 354; 5 – линия гидрогеологического разреза; 6 – линия модельного профиля; 7-14 – техногенные грунты: 7-9 – противодиффузионный экран: уплотнённые суглинки (7), глины (8), песчано-гравийная смесь (9); 10 – донные радиоактивные отложения; 11 – слой первичной засыпки; 12-14 – слои засыпки при окончательной ликвидации; 15-18 – четвертичные аллювиальные отложения: 15 – пески; 16 – гравийно-галечники; 17 – супеси; 18 – суглинки; 19 – среднеюрские глины; 20 – уровни грунтовых вод и верховодки, м; 21 – наблюдательная скважина (а – на линии разреза, б – снесённая на разрез), сбоку – абс. отм. уровня грунтовых вод, м

В отходах, поступающих в бассейн, в составе сухого остатка преобладали нитраты, концентрация которых составляла от 700 до 4900 мг/л. В соответствии с этим индикатором химического загрязнения принят нитрат-ион. По данным мониторинга, начиная с 2007-2010 гг., в ряде скважин, находящихся ниже по потоку грунтовых вод от бассейна (рис. 1), преимущественно у его краёв, наблюдался рост концентраций нитрат-иона с превышением фона (4,6 мг/л), а затем и предельно допустимой концентрации для питьевых вод (45 мг/л). Комплексный анализ природно-техногенных условий района, описанный в [2], позволил предположить два механизма поступления загрязнения от ликвидированного бассейна в ЗА и грунтовые воды. Первый из них, связанный с перетоком загрязнения через нижний ПФЭ бассейна, рассмотрен в [3]. Проведённый анализ и моделирование показали, что наблюдаемое повышение концентраций загрязнителя в грунтовых водах не является следствием перетока загрязнения через нижний ПФЭ бассейна. Второй механизм поступления загрязнения в грунтовые воды обусловлен его выносом из засыпанной чаши бассейна за счёт перелива вод верховодки. Перелив загрязнённых вод, вероятно, начался после ПЗ бассейна. С 2008 г., когда бассейн был полностью ликвидирован, процесс перелива активизировался, а УВ достиг современного положения (рис. 1). В результате перелива несорбируемое загрязнение, было вымыто из чаши бассейна, о чём свидетельствуют данные мониторинга, согласно

которым, начиная с 2015 г., превышения фона по нитрат-иону в водах верховодки отсутствуют.

Для оценки реалистичности описанного сценария проведено моделирование миграции загрязнения в программе HYDRUS-2D,3D. Для упрощения расчётов трёхмерная миграция загрязнения при переливе представлена в виде двухмерной на профильной модели (рис 2), проходящей через скважины у северо-западного края бассейна (рис. 1). При моделировании принято допущение, что скважины №№ 5, 8 и 8А находятся вдоль одной линии тока геофильтрационного потока. На модели задан поток грунтовых вод с градиентом, соответствующим натурному. Нижняя граница модели задана непроницаемой по кровле водоупорных юрских глин. На верхней границе модели задано инфильтрационное питание (ИП), которое оценивалось по методике, описанной в работе [1]. ИП рассчитывалось отдельно для засыпанной чаши бассейна и остальной части профильной модели (рис. 2). Естественное ИП составило 2×10^{-4} м/сут, для засыпанной чаши – от 4×10^{-4} до $6,5 \times 10^{-4}$ м/сут – за счёт уменьшения поверхностного стока. Геологический разрез на модели схематизирован двумя слоями: суглинками и гравийно-галечниками. Бассейн принят полностью засыпанным. В его строении выделены слой ПФЭ, первичной и окончательной засыпки. Для описания связи высоты всасывания, объёмной влажности отложений и коэффициента влагопереноса использованы зависимости Ван Генухтена-Муалема [4].

Разработка профильной модели включала в себя два этапа. На первом этапе проведено моделирование влагопереноса и геофильтрации, что позволило получить современное положение УВ на глубине около 2,5 м. По результатам калибровки диапазон изменения коэффициента фильтрации грунтов ПФЭ составил от 5×10^{-5} до 1×10^{-5} м/сут. На втором этапе проведено моделирование миграции нитрат-иона. Источник загрязнения задавался в виде начальных концентраций нитрат-иона в поровой воде ПЗ бассейна. Калибровка геомиграционной модели проводилась на основании данных мониторинга. По её результатам концентрации контаминанта в источнике составили 800-1000 мг/л. При моделировании рассмотрено два основных сценария, отличающихся временем начала перелива загрязнённых вод верховодки. В первом сценарии перелив начался с 2008 г. после окончательной засыпки бассейна. Во втором сценарии принято, что перелив шёл, начиная с 1990 г. при незначительном превышении УВ над бортами ПФЭ, а с 2008 г. он активизировался за счёт роста УВ до современного. Результаты расчётов показали, что оба сценария являются реалистичными. К 2010-2011 гг. фронт загрязнения достигает зеркала грунтовых вод в концентрациях выше фоновых, после чего на модели следует рост концентраций в скважинах, что согласуется данными мониторинга. Снижение концентраций до уровня фоновых по расчётам произойдёт к 2026-2035 гг.

Выводы

Разработка профильной модели позволила откалибровать ряд модельных параметров. Геомиграционные расчёты показали, что наиболее интенсивная миграция нитрат-иона связана с переливом загрязнённых вод верховодки, начиная с 2008 г. Распространение ореола нитрат-иона в отложениях зоны аэрации до зеркала грунтовых вод при переливе происходит в течение 2-3 лет. Вследствие этого загрязнение могло достигнуть грунтовых вод к 2010 г., как у северо-западного края бассейна, так и у северо-восточного, даже несмотря на то, что восточная часть бассейна оставалась открытой до 2008 г. Полученные выводы не противоречат результатам мониторинга.

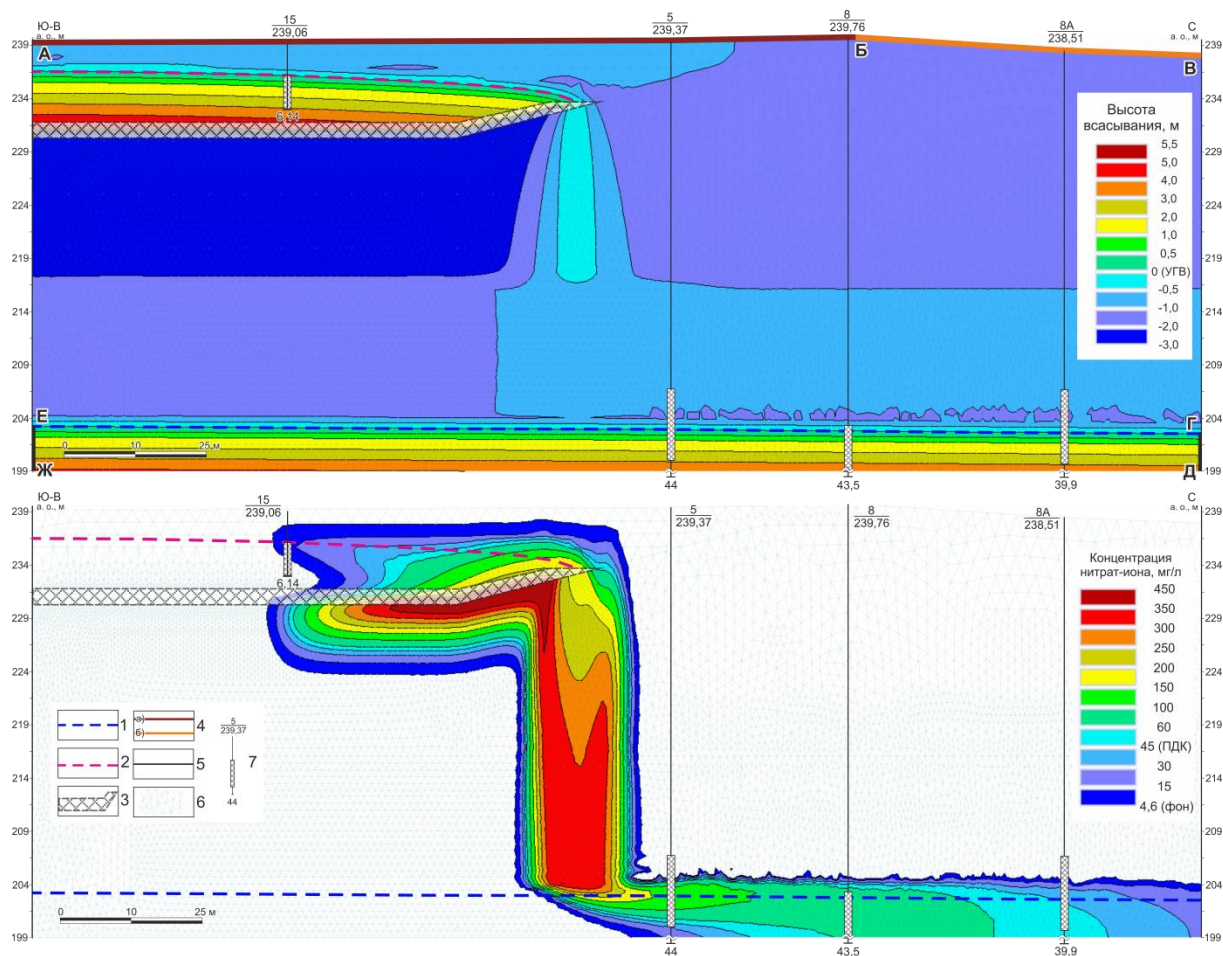


Рисунок 2. Профильная модель: распределение высоты всасывания (вверху) и модельный ореол нитрат-иона (внизу) на 2012 г.: 1 – уровень грунтовых вод; 2 – уровень верховодки; 3 – ПФЭ бассейна; 4-5 – инфильтрационное питание: для засыпанной чаши бассейна по контуру АБ (а) и естественное по контуру БВ (б); 5 – внешнее граничное условие I рода по контурам ГД и ЕЖ; 6 – модельная сетка; 7 – скважина, дробь вверху: в числителе – номер скважины, в знаменателе – абсолютная отметка устья, м, внизу – глубина скважины, м; посередине – положение фильтра

Библиография

1. Гриневский С.О., Поздняков С.П. Принципы региональной оценки инфильтрационного питания подземных вод на основе геогидрологических моделей, Водные ресурсы, 2010, №5, с. 543–557
2. Кононченко Е.В., Куваев А.А., Петраш А.Б. и др. Оценка воздействия промышленных бассейнов-накопителей на грунтовые и поверхностные воды с использованием численного моделирования // Разведка и охрана недр. 2018. № 11. С. 64-69
3. Кононченко Е.В. Определение механизмов поступления загрязнения из промышленного бассейна-хранилища в грунтовые воды на основе численного моделирования миграции в зоне аэрации // Сергеевские чтения: геоэкологические аспекты реализации национального проекта «Экология». Вып. 22. – Москва: РУДН, 2020, С. 298-304
4. Van Genuchten M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. V. 44. P. 892–898

Основные факторы загрязняющих подземных вод междуречья Кызылсу и Пяндж

Курбанов М.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия, turod.kurbanov@inbox.ru), Черепанский М.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия, vodatsh@mail.ru)

Аннотация

Названы основные виды загрязнения подземных вод в районе исследований и определены пути их проникновения в грунтовые воды. Определены главные источники загрязнения подземных вод и приведены некоторые их характеристики.

Ключевые слова

Грунтовые воды, загрязнения, бактериальное загрязнение, химическое загрязнение, месторождения каменной соль, минерализация, сточные воды, орошения.

Теория

Вопрос обеспечения населения пресной водой надлежащего качества является одним из важных и актуальных вопросов на территории Республики Таджикистан, особенно в ее юго-западных регионах. К числу таких районов относится район Мир Сайид Али Хамадони (до 12 февраля 2004 года – Московский район) Хатлонской области, расположенный в долине реки Кызылсу-Яхсу. Водообеспечение данного района, в основном, осуществляется за счет подземных источников и поверхностных вод. По мере роста населения, увеличения числа населенных пунктов и расширения площади орошаемых сельскохозяйственных земель в районе обостряется проблема дефицита пресной воды питьевого качества.

Данный дефицит связано с тем, что в большинстве территории района воды различным путем загрязнены и этот процесс продолжается в течение существования этого района (30-е годы прошлого века), а также нехватка водозаборы подземных вод.

Говоря о загрязнение, мы понимаем, любое ухудшение качества подземных и поверхностных вод, прямо или косвенно влияние водозаборов и других факторов производственной деятельности и бытовых условий населения, когда это ухудшение делает подземные воды полностью или частично непригодными по хозяйственному назначению.

На нашем исследуемом районе в основном встречаются бактериальное и химическое загрязнение.

В исследуемой площади грунтовые воды залегают в основном от 3-5 и более и это способствует проникновение бактерии в верхние части водоносного горизонта. Источниками бактериального загрязнения, так как район исследований является оросительный и водится скотоводство, а также отсутствуют канализационные сети, являются фекальные и хозяйственно бытовые воды, проникающие в грунтовые

водоносные горизонты на участках, занятых полями фильтрации, выгребные ямы, скотные дворы и т.п.

Известно, что бактерии живут не так долго и это зависит от глубины их проникновение. Из-за отсутствия канализации, каждый житель выкапывает у себя во дворе выгребной ямы глубиной 3-5 и более метров, для захоронение своих отходов. Учитывая глубины уровень грунтовых вод, то можно смело сказать, что жизнь бактерии в грунтовые воды обновляются. А миграции микробов способствует водопроницаемые породы верхней части водоносный горизонт, супеси, пески, мелко и крупнообломочные породы. Это грозит опасность жители района, потому, что почти во всей территории для питьевой цели используют именно грунтовые воды.

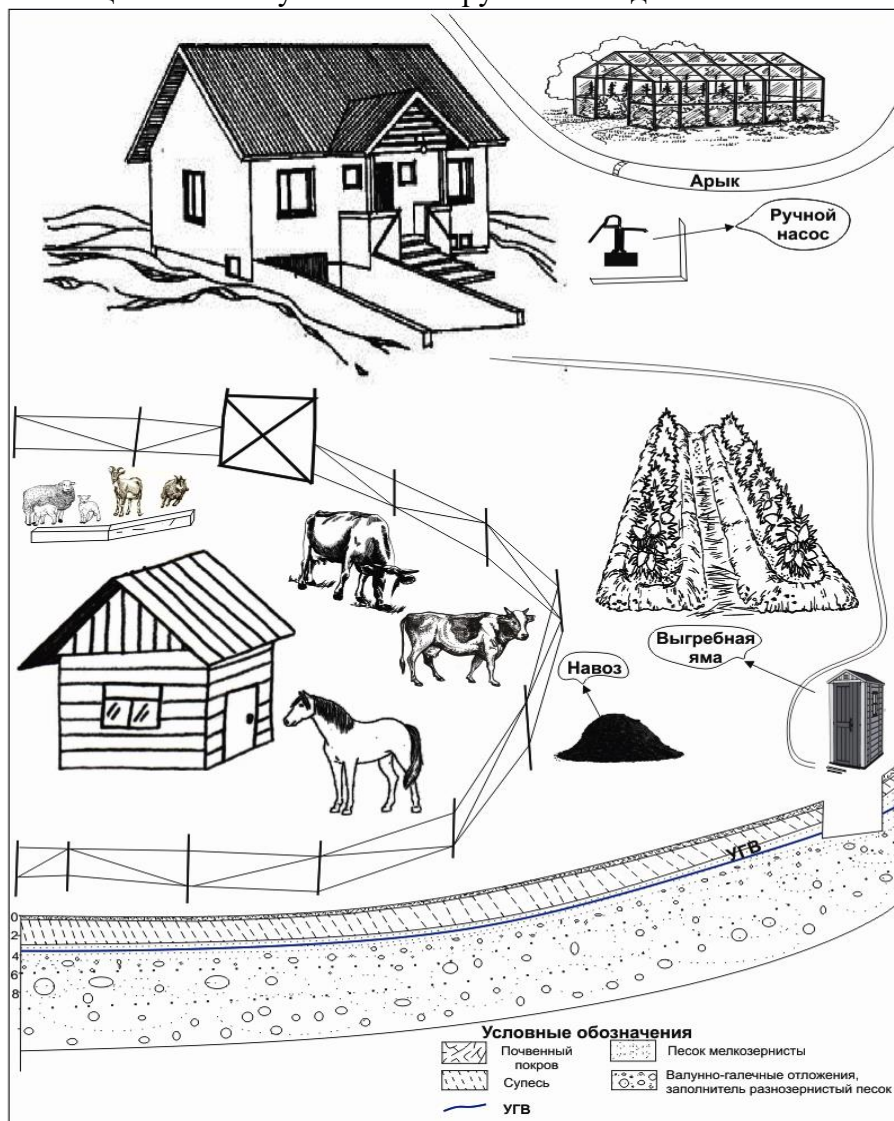


Рисунок. 1. Схема типичного двора и литологический разрез (Курбонов М.Д.).

Во времена Советского Союза, советские ученые провели ряд исследований и были рассмотрены вопросы контроля за охраной подземных вод данной территории от истощения и загрязнения и в том числе были проведены бактериальные и химические анализы. Коли-титр на территории составляла в пределах 26-125 [8].

В настоящее время бактериологические анализы не проводятся, и мы можем говорить о загрязняемой грунтовых вод по физические свойства воды (запах, вкус, мутность и т.д.), откачиваемые ежедневно через ручные насосы.

Химическое загрязнение происходит за счет жидких стоков и твердых отходов различных промышленных предприятий такие как, химических, нефтехимических, нефтедобывающих, горнорудных, металлургических, целлюлозно-бумажных и многих других [4].

Как было выше отмечено, наиболее доступны для загрязнения грунтовые воды, в которые через зоны аэрации поступают сточные промышленные воды, а на сельскохозяйственных территориях вместе с атмосферными осадками и поливными водами, аэрозолями.

На площади исследований химическое загрязнение можно разделить на природные и техногенные.

Источник природной загрязнению является месторождение каменной соли Ходжа-Мумин. Нет сомнения, что попадают соленые воды в грунтовые воды со стороны месторождения. Также соленые воды попадая в реку Кызылсу (3 г/л) делают ее непригодными и возможно грунтовые водоносные горизонты в северо-западной части района питаются этими водами [1]. Для доказательства, всего выше написанного можно привести данные водозаборные скважины вблизи месторождений, а также в северо-западной части района и лично общении с населением живущие на этой территории, которые используют ручные насосы и лично автором проведенный анализ на некоторые физические свойства воды.

На данной территории минерализация воды значительно превышено. Например, водозабор (306-Д) находящиеся в колхозе Дружбы показывает минерализацию 51 г/л или в водозаборе (17) находящиеся на юго-западной окраине кишлака Гулистан минерализация составит 19,7 г/л. Скважин (183) находящиеся в 2.9 км на юго-западе от кишлака Гулабад показывает минерализацию 27.5 г/л. Также скважина (132п) находящиеся в колхозе им. Ленина участке Энгельса составляет минерализацию 10.9 г/л [3]. Население живущие в долине реки Кызылсу в юго-западные части района воду добывают ручными насосами из глубины 5,0 и выше метров, исключительно соленые воды.

Техногенные загрязнение встречаются почти по всей площади работ. Так, как район исследований является сельскохозяйственным, а также менее промышленным.

Неимоверные количества сточных вод попадают на различные рода пруды-отстойники, шламовые пруды, пруды накопители и пруду испарители, хвостохранилища, золоотвалы и т.д. Фильтрация сточных вод через дно и стенки этих хранилищ может привести к образованию очагов загрязнения в подземных водах. Такие пруды встречаются на территории района многочисленно на площади разных предприятий (нефтедобывающих, добывающих поваренной соль, добывающих строительные материалы и т.д.). Огромное количество вод подается на поля фильтрации, на орошаемые территории или просто выливается на дневную поверхность без должной очистки. В дальнейшем вследствие сточные воды скапливаются в понижениях рельефа и фильтруются в подземные воды. В районе исследований отсутствуют любые очистные

сооружения или не проводится никакие мероприятия по очистке сточных вод и часто эти воды становятся источниками загрязнения подземных вод.

Кроме сточных вод, некоторые часть загрязняющих веществ поступает в подземные воды с инфильтрующимися атмосферными осадками, выпадающими на площадях скопления твердых отходов, на загрязненной участке и вблизи различных промышленных предприятий, отмечается в участки солеотвалов, места хранения нефтепродуктов, сырья и готовой продукции химических производств, на сельскохозяйственных полях, где используются удобрения и ядохимикаты.

Особое значение на исследуемой районе имеют загрязнение подземных вод сточными водами на сельскохозяйственные поля. Потому, что каждый год с марта по октябрь почти вся территория района занята орошению и для хорошего урожая, используют несколько тонн различных ядохимикатов. На территории поля построены различные по размеру коллекторно-дренажные сети и водоемы, которые собирают сточные воды в полях орошении и часто уровень воды в сети выровняется с уровень грунтовых вод и возможно загрязняют последних. Также эти воды попадают в реки и загрязняя их.

Выводы

Специальные химические и бактериологические анализы проведена еще не было до сих пор, именно на сточные воды и не охарактеризованы. Лишь, на некоторые скважины были проведены анализы воды на вредные компоненты, тяжелые металлы и фенолы. Отобранные за период с 1970 по 1974 г.г., также за период 1989-1991 г.г. С помощью имеющиеся информации, будем создать схему районирования участков распространения загрязненных вод и разработать мероприятия по охране подземных вод исследуемого района.

Библиография

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. Гидрогеология СССР, том 41 «Таджикская ССР». М.: «Недра», 1972.
3. Каталог скважины. Фонд ЮГГЭ Таджикистан, 2017.
4. Максимов В.М. «Справочное руководства гидрогеолога». Л., «Недра», 1979.
5. Минкин Е.Л. «Исследования и прогнозные расчеты для охраны подземных вод». «Недра», 1972.
6. Отчет изучения базового проектирования по улучшению обеспечения питьевой водой населения района Хамадони Хатлонской области Республики Таджикистан. Декабрь, 2007.
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.

Оценка воздействия каскада промышленных водоёмов-накопителей на подземные воды методами численного моделирования с использованием комплексного анализа природно-техногенных условий

***Петраш А.Б.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», A.B.Petrash@yandex.ru),
Кононченко Е.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология», lena.konon@mail.ru)***

Аннотация

На основе комплексного анализа природно-техногенных условий рассматриваемого района разработана трёхмерная геомиграционная модель, позволившая доказать отсутствие на настоящее время прямого влияния каскада водоёмов на качество подземных вод, отбираемых Восточно-Урулюнгуйским водозабором, а также дать долгосрочный прогноз распространения ореолов загрязнения для наиболее вероятных сценариев изменения гидродинамической обстановки.

Ключевые слова

Промышленные водоёмы-накопители, численное моделирование, миграция загрязнения, водозабор, грунтовые воды, Краснокаменск

В настоящей работе на примере объекта ПАО «ППГХО» рассмотрены этапы разработки нестационарной геофильтрационной модели (ГФМ) и создание на её основе модели миграции сульфат-иона в подземных водах (ПВ). Предприятие «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ПАО «ППГХО») располагается в Читинской области. Промышленный узел, включающий основные и вспомогательные производства, а также г. Краснокаменск, функционирует с 1968 г. К одному из основных техногенных источников загрязнения ПВ на территории предприятия относится каскад промышленных водоёмов (хвостохранилища «Верхнее» и «Среднее», а также огаркохранилище), расположенных в пади Широндукуй. Наиболее спорным является вопрос о степени его влияния на ПВ. По мнению некоторых исследователей [1] эксплуатация каскада водоёмов влияет на качество ПВ на значительной части территории, включающей водозабор г. Краснокаменска. В то же время другие работы [3] показывают, что ореолы сульфат-иона и урана, которые являются основными индикаторами загрязнения, поступающего от каскада водоёмов, весьма ограничены по площади.

Для обобщённого анализа химического загрязнения ПВ в качестве индикатора выбран сульфат-ион, поскольку его содержание максимально, как в промышленных водоёмах, так и в ПВ. В качестве фоновых значений (50 мг/л) принят состав вод Восточно-Урулюнгуйского месторождения, определённый во время разведочных работ в 1966-1968 гг. Анализ данных мониторинга показывает, что максимальные концентрации сульфат-иона приурочены к скважинам в осевой части пади Широндукуй, в которой происходит преимущественная миграция загрязнения. Режим концентраций сульфат-иона в наблюдательных скважинах свидетельствует о продвижении ореола загрязнения вниз по потоку ПВ в пади Широндукуй, что выражается в последовательном снижении концентраций.

Для определения размеров и динамики ореолов загрязнения, формирующихся от каскада промышленных водоёмов ниже по течению ПВ в пади Широндукуй и далее в пади Сухой Урулюнгуй, а также оценки возможного влияния водоёмов на качество ПВ,

отбираемых Восточно-Урулюнгуйским водозабором, разработана математическая модель. Процесс моделирования включал в себя последовательное создание геологической, геофильтрационной и далее геомиграционных моделей с использованием программного комплекса GMS. В качестве основы математической модели разработана геологическая модель (ГМ) территории (рис. 1), размеры которой в плане составляют около 122×56 км. Геологическое строение территории схематизировано 5-ю модельными слоями (МС), которые соответствуют отложениям, близким по фильтрационным свойствам. При создании ГМ в качестве поверхности, ограничивающей её сверху, использована цифровая модель рельефа, построенная на основе разномасштабной топографической информации. В качестве нижней непроницаемой границы модели принята подошва МС 5.

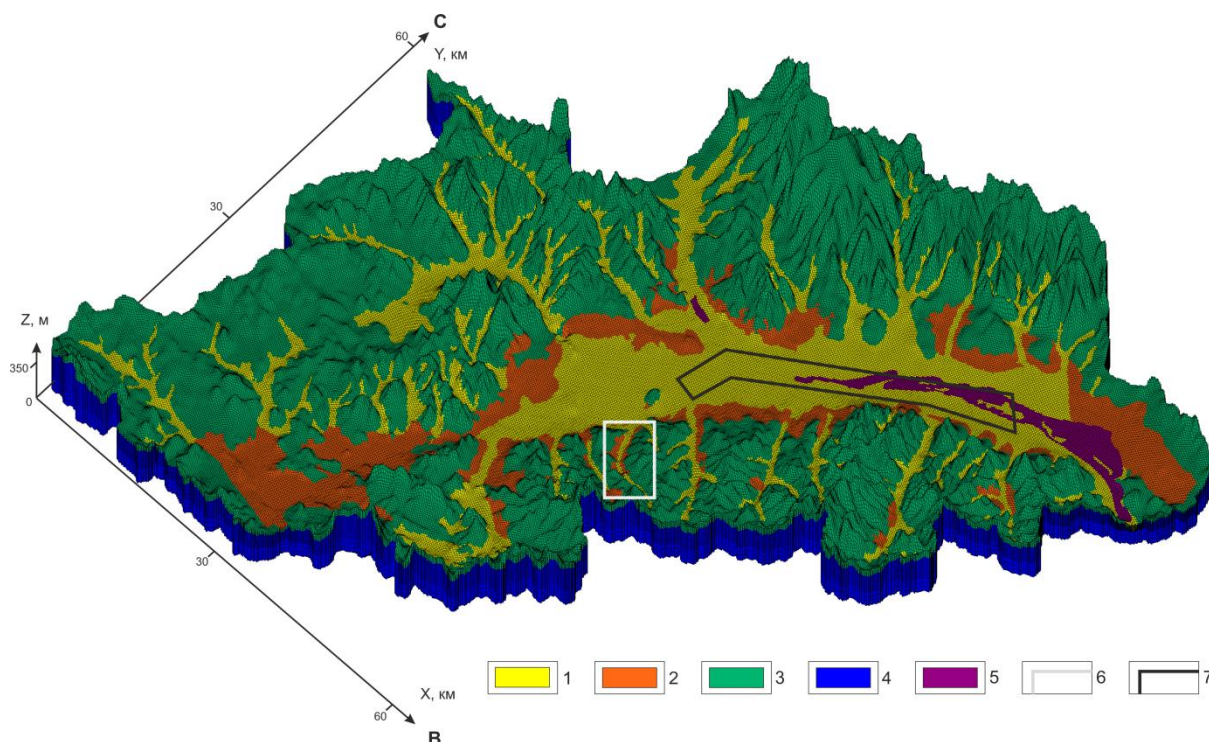


Рисунок 1. Цифровая трёхмерная геологическая модель долины р. Урулюнгуй: 1-5 – модельные слои: 1 – относительно более проницаемые отложения четвертичной системы; 2 – относительно менее проницаемые отложения четвертичной системы; 3 – отложения древней коры выветривания (edMZ-KZ); 4 – докайнозойские отложения (PR-MZ); 5 – многолетнемёрзлые породы, распространённые в русле р. Урулюнгуй; 6 – область расположения каскада промышленных водоёмов в пади Широудукуй; 7 – граница 1-го пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) Восточно-Урулюнгуйского водозабора подземных вод

Область моделирования включает в себя Восточно-Урулюнгуйскую впадину, в пределах которой находится большая часть производственного комплекса предприятия, Восточно-Урулюнгуйский водозабор и г. Краснокаменск, а также два малых водосборных бассейна: расположенную на юго-западе Умыкейскую бессточную котловину и находящийся на западе бассейн, питающий р. Уртуй. Основными источниками питания геофильтрационного потока на изучаемой территории является естественное инфильтрационное питание, а также утечки воды из ряда техногенных и природных водоёмов. Оценка естественного инфильтрационного питания проводилась заведующим кафедрой гидрогеологии МГУ С.П. Поздняковым. По методике, описанной в [2, 4], проведено моделирование трансформации осадков на поверхности земли (в

программе Surfbal) и влагопереноса в зоне аэрации (в программе Hydrus 1D). При моделировании учитывались метеоклиматические условия территории и её ландшафт, а также существенная расчленённость рельефа с перепадами высот около 600 м. В результате расчётов инфильтрационное питание составило от 15-20 мм/год в районе водозабора до 70 мм/год в высокогорных областях.

При моделировании учитывалось время начала эксплуатации промышленных водоёмов и изменение их уровней, а также формирование воронки депрессии за счёт работы систем водопонижения при добыче урановых руд на Стрельцовском рудном поле. Начальные коэффициенты фильтрации отложений 4-х МС (кроме слоя многолетнемёрзлых пород) задавались на основе осреднённых данных, полученных по результатам опытно-фильтрационных работ, и далее подбирались в процессе калибровки геофильтрационной модели (ГФМ) по уровням подземных вод (УПВ). В качестве параметров ГФМ также калибровались фильтрационные характеристики донных отложений водотоков и водоёмов, а также зоны повышенного инфильтрационного питания в пределах г. Краснокаменска и дачных территорий. Режим геофильтрационного потока ПВ при моделировании рассматривался как нестационарный. Для калибровки параметров ГФМ выделен период времени (2000-2018 гг.), когда наблюдалась относительная стабилизация УПВ и режим потока можно было принять квазистационарным. Калибровка модели основывалась на осреднённых значениях УПВ по 165-ти наблюдательным скважинам. После калибровки модели при стационарном режиме геофильтрационного потока для участка пади Широндукуй дополнительно проведена её верификация в нестационарной постановке.

На базе нестационарной ГФМ разработаны модели миграции загрязнения, поступающего в ПВ с фильтрационными потерями из водоёмов-накопителей. В качестве индикатора химического загрязнения рассмотрен сульфат-ион. Его концентрации в хранилищах задавались по данным мониторинга. При моделировании учитывался перенос загрязнения с фильтрационным потоком, а также процессы диффузии и дисперсии. Верификация геомиграционных моделей проведена путём сопоставления модельных и натуральных концентраций сульфат-иона по скважинам, расположенным в осевой части пади Широндукуй. Благодаря длительным временным рядам наблюдений и отсутствию других источников загрязнения сульфат-ионом, которые могли бы повлиять на результаты мониторинга, модельные параметры были откалиброваны не только по данным режимных наблюдений за УПВ, но и по концентрациям сульфат-иона, что значительно повысило точность расчётов. Моделирование показало, что к настоящему времени ореол сульфат-иона достигает юго-восточной оконечности заболоченного участка от карьера ПГС-2 (рис. 2) и не оказывает влияния на качество воды в скважинах Восточно-Урулюнгуйского водозабора. По результатам прогнозных расчётов, как при сохранении существующих условий эксплуатации каскада водоёмов и работы водопонижительных систем, так и при прекращении их функционирования, в течение 100 лет ореол сульфат-иона распространится по потоку ПВ не более чем на 4-5 км в сторону водозабора, но не достигнет его.

Выводы

Использование методов численного моделирования позволило воссоздать историю формирования гидродинамической обстановки в пади Широндукуй и на прилегающей территории. Проведённые геомиграционные расчёты не только подтвердили выводы об отсутствии на настоящее время прямого влияния каскада

водоёмов на качество ПВ, отбираемых Восточно-Урулюнгуйским водозабором, но и позволили дать долгосрочный прогноз распространения ореолов загрязнения для наиболее вероятных сценариев изменения гидродинамической обстановки.

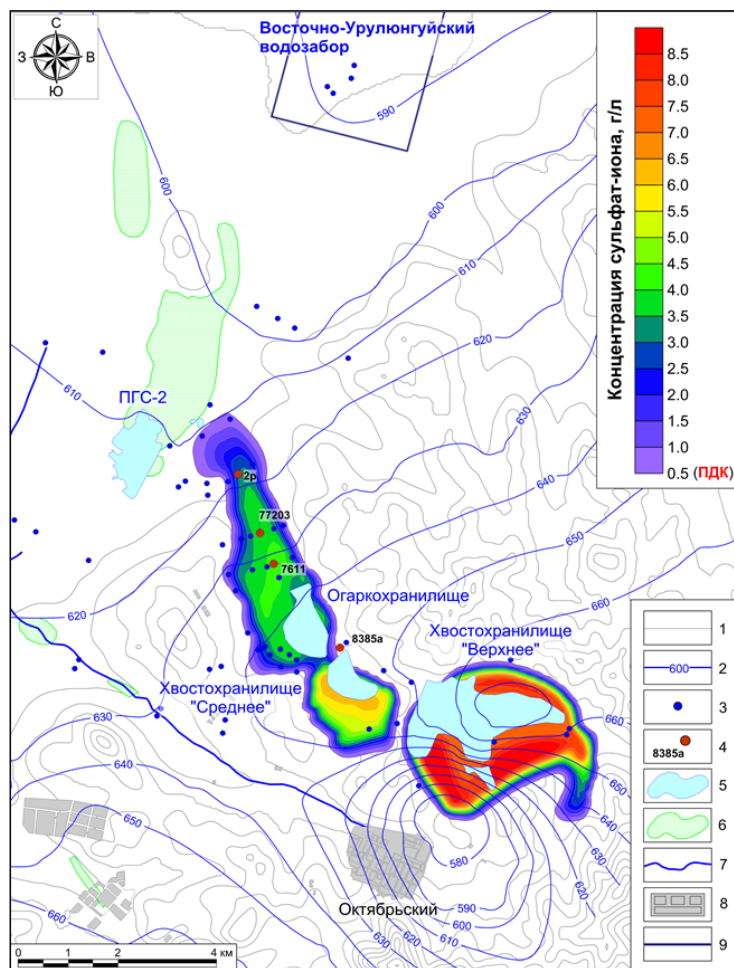


Рисунок 2. Эпигнозный модельный ореол сульфат-иона на 2018 г.: 1 – изолинии рельефа с шагом 25 м; 2 – модельные гидроизогипсы с шагом 10 м; 3 – наблюдательные скважины; 4 – наблюдательные скважины, использовавшиеся для верификации модельных данных, и их номера; 5 – водоёмы; 6 – заболоченные области; 7 – водотоки; 8 – контуры населённых пунктов, районов; 9 – граница 1-го пояса ЗСО Восточно-Урулюнгуйского водозабора подземных вод

Библиография

1. Верхотуров Г.Г., Верхотуров А.Г. Изменение состава подземных вод в районе города Краснокаменск как результат хозяйственного освоения территории, Вестник ТГУ. 2014. т.19. вып.5. С. 1650-1654
2. Гриневский С.О., Поздняков С.П. Принципы региональной оценки инфильтрационного питания подземных вод на основе геогидрологических моделей, Водные ресурсы. 2010. т.37. №5. с. 543–557
3. Климова Т.И., Севтинова Е.Б., Максимова Л.Я. Влияние природных и техногенных факторов на подтопление территории пади сухой Урулюнгуй, Разведка и охрана недр. 2013. № 10. С. 82-87.
4. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. Изд. ИКЦ “АКАДЕМКНИГА”. 2003, 176с.

Условия формирования и типы минеральных подземных вод в пределах восточного склона Сихотэ-Алиня и прибрежно-морских участков в восточной части Приморского края

Трубицын Д.С.* (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», di_trubitsyn@mail.ru), Сергатских А.А. (ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Sergatskih@mail.ru)

Аннотация

Дано представление об основных типах, о происхождении и условиях формирования минеральных подземных вод на восточном склоне Сихотэ-Алиня и в прибрежно-морской зоне Японского моря в пределах восточной части Приморского края. В зависимости от условий формирования выделены несколько типов месторождений минеральных подземных вод. Приводится схема распространения минеральных подземных вод, обобщенные современные данные по их ионному и газовому составу.

Ключевые слова

Минеральные подземные воды, условия формирования, месторождения минеральных подземных вод, запасы минеральных подземных вод.

Восточная часть Приморского края расположена на восточном, обращённом к морю, склоне Сихотэ-Алиня. С запада регион ограничивает Сихотэ-Алиньский водораздел, а с востока – берег Японского моря. Восточное Приморье – самый молодой по геологическим меркам район края и единственный регион в Приморье, где имеются горячие источники [1].

Рельеф территории представлен сильно расчлененным низкогорьем с отдельными хребтами среднегорья. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 0 до 1200-1500м.

Территория исследования полностью расположена в пределах Восточно-Сихотэ-Алинской гидрогеологической складчатой области (ГСО), которая вытянута полосой вдоль побережья Японского моря [2]. По геолого-структурному районированию Восточно-Сихотэ-Алинская ГСО полностью расположена в Восточно-Сихотэ-Алинском вулканическом поясе.

В строении вулканического пояса участвуют несколько последовательно сменяющихся формаций в возрастном диапазоне «поздний альб – миоцен»: терригенно-андезитовая, риолитовая, риолит-андезитовая, риолит-базальтовая и завершается базальтовой формацией. Мигматиты образуют простые и сложные вулканотектонические депрессии, кальдеры проседания, интрузивно-купольные структуры. Палеогеновые и неогеновые вулканы чаще залегают горизонтально, заполняя грабенообразные понижения.

Информационной основой для написания статьи послужили результаты работы по объекту «Создание комплектов гидрогеологических и инженерно-геологических карт масштаба 1:1000 000 по листу L-53 (оз. Ханка), которые проводились в период 2017-2019 года при участии авторов статьи.

По условиям формирования существенно различаются месторождения минеральных подземных вод восточной части Сихотэ-Алиня и мезо - кайнозойских вулканических структур прибрежно-морских участков [3].

В пределах восточного склона Сихотэ-Алиня формируются месторождения углекислых холодных и азотных термальных вод.

Практически все месторождения углекислых и термальных вод приурочены к зонам тектонического дробления и разломам и формируются под воздействием углекислого газа, а также локально прогретых участков земной коры. Размеры месторождений, химический состав вод находится в зависимости от степени раскрытости трещин, характера водовмещающих отложений и условий разгрузки вод.

Самые крупные месторождения углекислых вод, наиболее вероятно могут быть встречены на восточных склонах Сихотэ-Алиня. Однако восточная часть бронирована эффузивами и эффузивно-осадочными образованиями верхнего мела. Здесь долгоживущие разломы в большинстве своём залечены и выходы углекислого газа и минеральных вод на поверхность редки. Месторождения встречаются в районах, где мощность эффузивов уменьшается. На исследуемой территории выходы углекислых вод отсутствуют, в данной работе не рассматриваются.

Воды термальных проявлений имеют наиболее глубокую циркуляцию, они протягиваются на восточном склоне Сихотэ-Алиня.

Геологическая ситуация изученных проявлений достаточно близка – это контактные зоны между интрузиями гранитов и эффузивными породами Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Как правило, основными подводящими каналами являются трещины и зоны дробления.

Запасы минеральных и термальных вод формируются на больших глубинах. На поверхности проявляются только родниковым стоком - естественными ресурсами [3]. Наиболее исследованными являются источники «Амгинской» группы азотных термальных минеральных вод, расположенными в долинах рек Амгу и Максимовка. Наиболее известными источниками являются: Теплый ключ, Сайон, Кхуцин.

При проведении маршрутных исследований были обследованы термальные источники «Амгинской группы» (родники №№779, 807, 832) с отбором проб воды на химический и газовый состав (Рис.1).

Источник «Теплый Ключ» расположен в 18 км от села Амгу. Впервые был описан в 1968 году, дебит на тот момент составлял 0,5 л/с, $t +27\text{ }^{\circ}\text{C}$. В 2018 году на момент обследования дебит источника составлял 1,33 л/с, $t +30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Характерной особенностью азотных термальных вод являются значения $pH > 8$ и низкая минерализация. Это типичные содовые воды с резким преобладанием гидрокарбонат-иона и натрия, которые выделены в собственный тип (табл.1). Судя по низкой минерализации вод и характеру распределения микроэлементов, циркуляция вод в толще пород происходит достаточно быстро [4].

На прибрежно-морских участках минеральные воды формируются за счёт интрузий морских вод. В речных долинах в период трансгрессий в кайнозойские морские воды заходили вглубь материка. Инфильтрационные морские воды сформировали в водопроницаемых породах

значительные скопления, существующие и в настоящее время. Мощность обводнённых отложений, содержащих солёные воды значительна. Вдоль побережья Японского моря воды по химическому составу хлоридно-натриевые, с минерализацией до 40 г/дм³. В трещиноватых породах солёные воды занимают верхнюю часть разреза. При взаимодействии с породой, подземными водами других горизонтов и зон разрывных нарушений, воды изменяют свой химический состав - метаморфизуются.

В пределах прибрежно-морских участков можно выделить следующие типы месторождений:

1. Аллювиально-морских, морских четвертичных отложений. Запасы формируются в поровых обводнённых отложениях, связанных с морем или речными водами, обогащёнными морской водой за счёт приливов или нагонных явлений. Запасы складываются из естественных запасов горизонта, естественных и привлекаемых ресурсов.

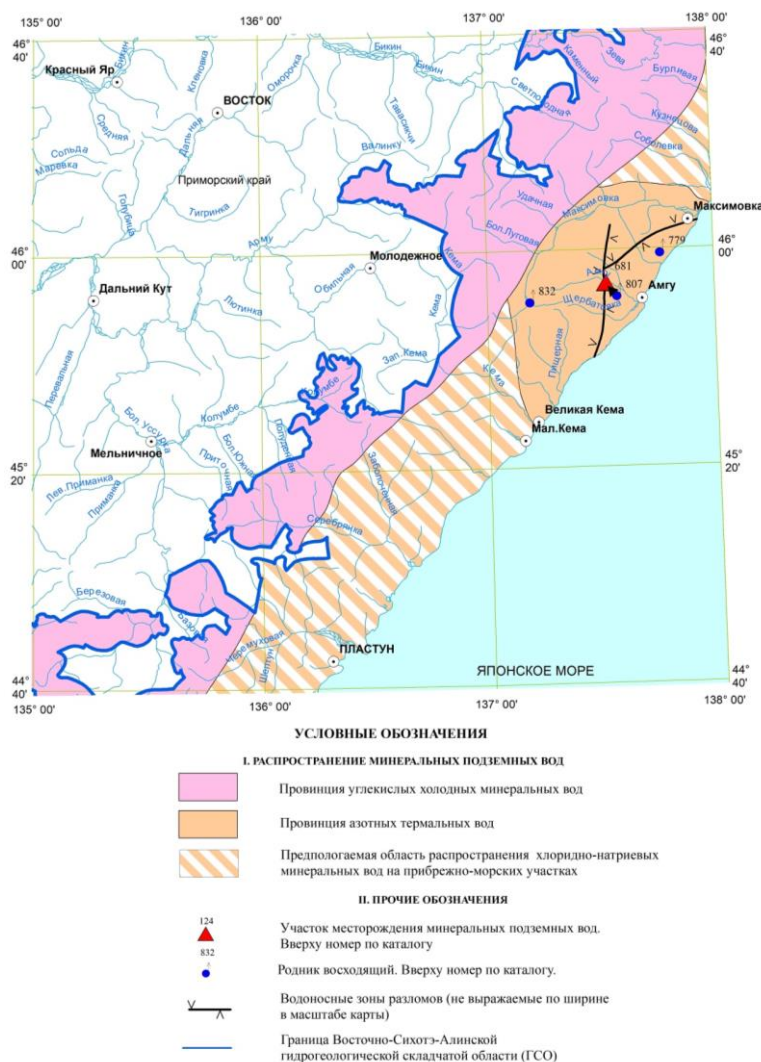


Рисунок 1. Схема распространения минеральных подземных вод в пределах Восточно-Сихотэ-Алинской ГСО

2. Прибрежно-морских участков распространения докайнозойских пород. Запасы формируются в верхней трещиноватой зоне скальных пород, обычно ниже уровня моря и связаны с морем или речными водами, обогащёнными морской водой за счёт приливов или нагонных явлений. Запасы складываются из естественных запасов трещиноватой

зоны, привлекаемых ресурсов со стороны моря или перетекания из вышележащих горизонтов.

На основании группировки водопроявлений и месторождений разных типов минеральных подземных вод на исследуемой территории выделены следующие провинции [3]: 1) провинция азотных термальных вод; 2) область распространения вод повышенной минерализации прибрежно-морских участков (Рис. 1).

К каждой провинции приурочены минеральные воды определённого химического и газового состава, температуры (Табл. 1).

Таблица 1
Районирование минеральных вод

Провинция, область распространения минеральных вод	Преобладающий газовый состав температура	Минерализация преобладающий ионный состав
Провинция азотных термальных вод	N_2 20-35 ⁰ C	$M - 0,1-0,4 \text{ г/дм}^3$; HCO_3+CO_3 Na
Область распространения минеральных вод на прибрежно-морских участках	CH_4, N_2, O_2 4-10 ⁰ C	$M - 1,0-40,0 \text{ г/дм}^3$; Cl Na, Ca

Выводы

Практически все месторождения минеральных подземных вод на исследуемой территории приурочены к зонам тектонического нарушения (разломам).

Размеры месторождений, химический состав вод находится в зависимости от степени раскрытости трещин, характера водовмещающих отложений и условий разгрузки вод.

Воды термальных проявлений имеют наиболее глубокую циркуляцию, протягиваются на восточном склоне Сихотэ-Алиня. Представителями этого типа являются источники «Амгинской» группы азотных термальных минеральных вод.

В пределах прибрежно-морских участков формируются хлоридно-натриевые воды повышенной минерализации за счёт интрузий морских вод.

Библиография

1. Брагин И.В., Челноков Г.А. Геохимия термальных вод Сихотэ-Алиня. Газовый аспект// Вестник ДВО РАН, 2009. №4. с 147-151.
2. Пугач С.Л., Коваленко И.А., Кокорева С.В. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 (для ведения мониторинга подземных водных объектов). Унифицированные схемы объектов гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации (артезианских бассейнов). Москва, 2011.
3. Челноков А.Н., Челнокова Б.И., Дружинина М.В., Результаты региональной оценки прогнозных ресурсов минеральных вод Приморского края (по сост. на 01.01.1995г.). Отчет по участку Региональному за 1991-1994г.г. ГГЭ, В.-Надеждинское, 1995. Росгеолфонд 467388.
4. Чудаев О.В., Харитоновна Н.А., Челноков Г.А., Брагин И.В. Гидроминеральные ресурсы Приморского края// Вестник ДВО РАН, 2016. №5. с 11-20.

**Исследование гидрогеохимических и микробиологических особенностей
Касимовского ПХГ**

**Филиппова Д.С.* (ИПНГ РАН, filippovads@ipng.ru), Сафарова Е.А. (ИПНГ РАН,
safarovaelisaveta@gmail.com)**

Аннотация

В данной работе описаны гидрогеохимические и микробиологические исследования по определению состава и потенциальной функциональной активности микробных сообществ пластовой воды из Касимовского подземного хранилища газа (ПХГ), расположенного в водоносном горизонте.

Результаты работ направлены на типизацию микробиологических процессов, выявление закономерных связей между особенностями микробиологических популяций, геохимией вод и литологией пород.

Ключевые слова

Микробиологическое сообщество, метан, геномный анализ, ПХГ

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме: «Научное обоснование оптимальных условий подземного хранения водорода совместно с метаном», № АААА-А19-119101690016-9.

Теория

Объект исследования – пластовая вода нижнещигровского горизонта, отобранная из скв. 5 Касимовского ПХГ. Для подземного хранения газа используется верхняя часть песчаной пачки щигровского горизонта верхнего девона, залегающая на глубине 760 – 820 м, характеризующийся как высокопроницаемый коллектор с пористостью порядка 30 % и проницаемостью до 0,05·10⁻¹⁰ м². Эти отложения представлены переслаивающимися глинистыми, алевролитовыми и песчаными породами и характеризуются значительной фациальной изменчивостью. Перекрывается пласт-коллектор глинистыми отложениями мощностью от 21 до 44,4 м. Водоносный комплекс щигровского горизонта франского яруса приурочен к терригенным отложениям, представленным песчаными и глинистыми пачками, общая мощность которых достигает 300 м. Водоносные горизонты приурочены к пачкам рыхлых песчаников и алевролитов и имеют лишь локальные невыдержанные по простиранию глинистые водоупоры. Воды пласта-коллектора относятся к зоне застойного водообмена. Песчано-глинистые отложения верхней пачки щигровского горизонта характеризуются значительной фациальной изменчивостью, которая выражается резкой литологической сменой песчаников, глин и алевролитов как в вертикальном разрезе, так и по площади.

Задачами исследования являются: а) определение состава и потенциальной функциональной активности микробных сообществ в пластовой воде подземных хранилищ газа; б) оценка взаимовлияния природных газов на подземные микробные

сообщества и обратное воздействие микроорганизмов на состав газа на подземных объектах хранения.

Для решения поставленных задач были проведены:

- Гидрогеохимический анализ пластовой воды;
- Посев на селективные среды;
- Световая микроскопия;
- Газовая хроматография проб (анализ в газовой фазе CH_4 и углеводородных компонентов CO_2 , H_2 , O_2 , N_2);
- Жидкостная хроматография проб (определение летучих жирных кислот и спирты)
- Определение накопления нитритов;
- Геномный анализ.

Гидрогеохимическая характеристика приводится по данным анализов, выполненных в июле и сентябре 2019 г. Минерализация пластовых вод в течение года изменялась в пределах от 145 до 147 г/л. Воды относятся к слабым рассолам. Пластовые воды по В.А. Сулину представлены хлоридно-кальциевым (ХК) представленны генетическим типом. Пластовая вода имеет низкощелочную реакцию, показатель рН в течение года довольно стабилен и изменялся в пределах от 8,07 до 8,63. Плотность воды – 1,071-1,113 г/см³. Натрий-хлорный коэффициент - 0,60-0,72. Анализ воды подтверждает её морской генезис [1].

По данным 2019 г. газонасыщенность воды колеблется в пределах 12 – 220 см³/л. Объёмная доля азота в составе проб достигает 95,87 %, что свидетельствует об азотном типе водорастворенных газов в соответствии с классификацией М.И. Субботы и А.Ф. Романюка (1972). Углеводородные газы (УВГ) представлены преимущественно метаном, объёмная доля УВГ варьирует в пределах 0,27 – 0,44 %.

Обнаружены низшие жирные кислоты, представленные уксусной кислотой, концентрация которой составляла 91 мг/л, и C_3 - C_5 летучими кислотами, суммарная концентрация которых составила 40,5 мг/л. Субстратами как для аэробных, так и для анаэробных микроорганизмов могут служить присутствующие в пластовой воде ПХГ уксусная кислота и другие летучие кислоты, а также метанол, закачиваемый в подземные горизонты для снижения гидратообразования. Активация процесса сульфатредукции, приводящая к коррозии стального оборудования, возможна при наличии сульфата в пластовой воде или вмещающих породах.

Микробиологическая активность вод нижнецигровского горизонта Касимовского ПХГ достаточно низкая. Молекулярными методами обнаружены факультативно-анаэробные и строго анаэробные микроорганизмы, способные использовать метанол в качестве пищевого субстрата и, производя при этом кроме метана углекислый газ [2].

В результате биоинформатического анализа полученных генов 16S рРНК отмечена высокая представленность бактерий рода *Methylococcus*, использующих метан, метанол и/или метилированные амины в аэробных условиях в присутствии молекулярного кислорода (рисунок 1).

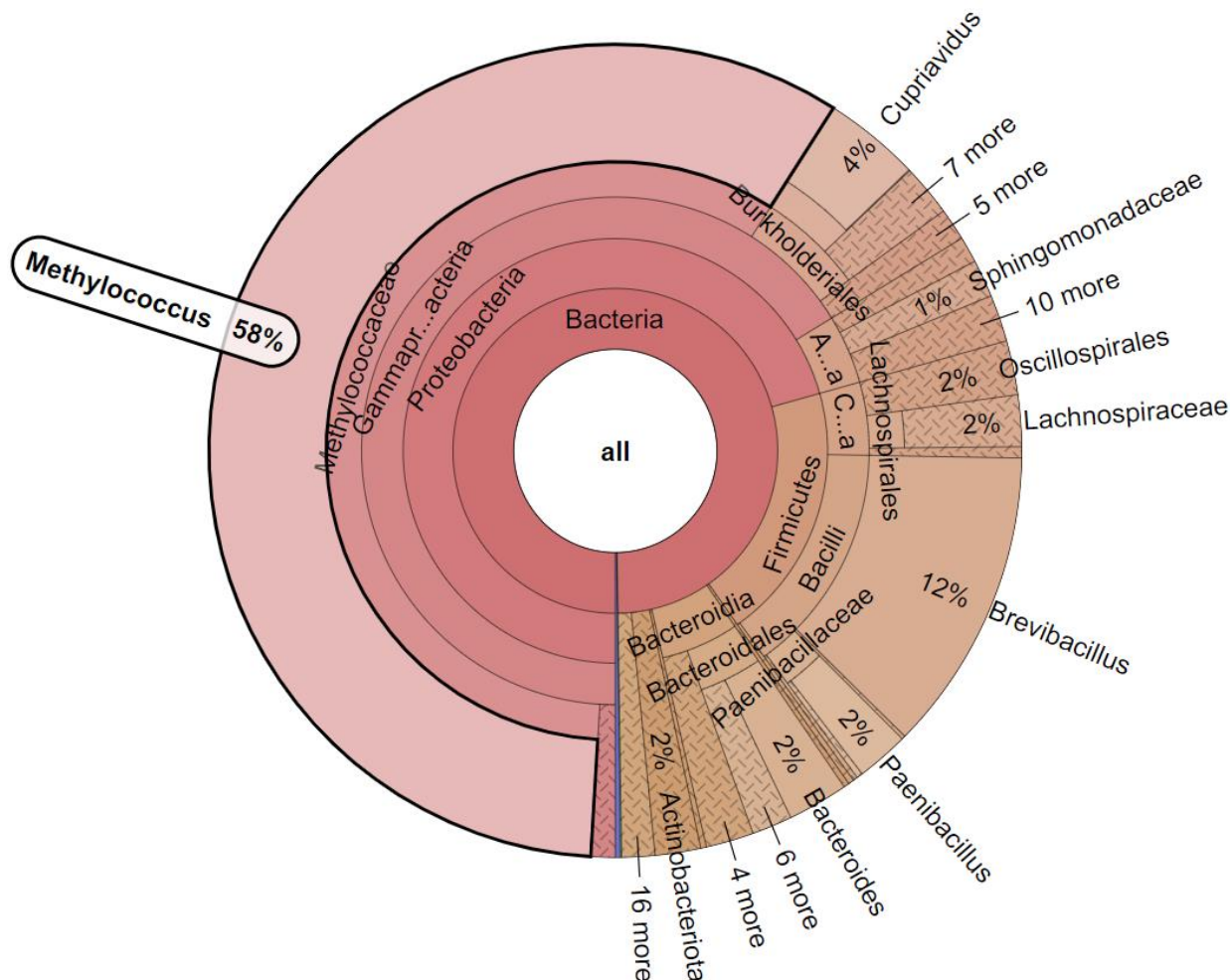


Рисунок 3. Результаты геномного анализа скв. 5 Касимовского ПХГ. Показано численное преобладание бактерий рода *Methylococcus*

Метилотрофы могут использовать метан в качестве единственного источника углерода и энергии для роста, тем самым играя важную роль в глобальном углеродном цикле и, в частности, существенно сокращая выбросы в атмосферу метана, генерируемого биологическим путем. Представители рода *Methylococcus* способны переносить повышенные температуры до 57 °С, что расширяет диапазон пластовых температур, при которых допустима их жизнедеятельность [3]. В микробных сообществах присутствовали также бактерии, обладающие ферментами, катаболизирующими одноуглеродные ксенобиотики - триметиламин, диметиламин и метиламин до формальдегида. Для представителей рода *Methylococcus* известно участие в процессах нитрификации. Ферменты этих процессов обильно представлены ферредоксин-нитратредуктазой (ЕС: 1.7.7.2), катализирующей восстановление нитрата до нитрита в процессе ассимиляционной нитратредукции, и ферредоксин-нитратредуктазой (ЕС: 1.7.7.1), завершающей этот процесс восстановлением нитрита до аммония, являющегося важным источником азота для рода *Methylococcus*. Интересно отметить, что в целом окисление аммиака дает небольшие количества закиси азота,

которая также является парниковым газом. Вероятно, метанолу принадлежит важная роль в поддержании подземного микробного сообщества ПХГ в активно-функционирующем состоянии [4].

Выводы

Представленные материалы свидетельствуют о заселенности пластовой воды ПХГ немногочисленным, но разнообразным сообществом микроорганизмов. Показана низкая численность аэробных органотрофных бактерий и анаэробных бродильных, денитрифицирующих и сульфатредуцирующих бактерий.

В результате геномного анализа показана высокая представленность бактерий рода *Methylococcus*, использующих метан, метанол и/или метилированные амины в аэробных условиях в присутствии молекулярного кислорода.

Микробиологический мониторинг и районирование по преобладанию наиболее типичных микробиологических сообществ будут способствовать качественному контролю в ходе эксплуатации ПХГ. Ключевые субстраты и пути их метаболизма нуждаются в дальнейших исследованиях.

Библиография

1. Драйвер Дж. Геохимия природных вод / Пер. с англ. Л.Н. Барабанова, Г.А. Соломина. М.: Мир. 1985. 440 с.
2. Иванова А.Е., Борзенков И.А., Тарасов А.Л., Милехина Е.И., Беляев С.С. Микробиологические исследования на объектах подземного газового хранилища в процессе закачки газа // Микробиология. 2007. Т. 76, № 4. С. 515–523.
3. Bodrossy L., Murrell J.C., Dalton H., Kalman M., Puskas L.G., Kovacs K.L. Heat-tolerant methanotrophic bacteria from the hot water effluent of a natural gas field // Applied and Environmental Microbiology. – Oct 1995, – 61 (10) 3549-3555. DOI: 10.1128 / AEM.61.10.3549-3555.1995
4. Jeppson T.N., Tobin H.J. Elastic properties and seismic anisotropy across the Alpine Fault, New Zealand // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. – 2020. – Vol. 21. – e2020GC009073.

СЕКЦИЯ «ГЭОЭКОЛОГИЯ»

Современное состояние АЭС “Фукусима-Дайити” (Fukushima Daiichi) и меры послеаварийного восстановления

Иборатшоев Р.Д. (МГРИ, iboratshoevrd@mgri.ru)

Аннотация

В докладе рассматривается экологическое состояние атомной электростанции “Фукусима-Дайити” (Япония) в ходе подготовки и проведения первичной фазы послеаварийного восстановления.

Ключевые слова

Атомная энергетика, стихийное бедствие, авария, атомная электростанция, Фукусима-Дайити, экологические последствия, меры восстановления, дезактивация.

В марте 2021 года пройдет первая “десятилетка” ликвидации последствий аварии на атомной электростанции “Фукусима-Дайити” в Японии в префектуре Фукусима.

Теория

К трагедии на АЭС 11 марта 2011 года привела сложно прогнозируемая цепочка событий: “Природное явление1 → Природное явление2 → Техногенный фактор → Техногенно-антропогенный фактор → Антропогенный фактор”. Первые события (природного характера) дали начальный импульс и нанесли основной ущерб системам работоспособности и защиты АЭС, последующие события (техногенно-антропогенного характера) привели к потере контроля над управлением атомной станцией и последовательным чрезвычайным аварийным ситуациям на энергоблоках.

После аварии на АЭС “Фукусима-Дайити” оператором станции - компанией ТЕРСО был подготовлен план и список мер послеаварийного восстановления под названием “Среднесрочная и долгосрочная дорожная карта по выводу из эксплуатации предприятия ТЕРСО на АЭС Фукусима-Дайити, энергоблоки 1-4”. Данный план был принят правительством Японии. Дорожная карта включает в себя описание основных шагов и мероприятий, которые должны быть реализованы для вывода из эксплуатации АЭС “Фукусима-Дайити” совместными усилиями правительства Японии и ТЕРСО. Данный план несколько раз пересматривался и дополнялся [1].

Основные работы и этапы вывода из эксплуатации (рис. 1):

- 1) Откачка и мониторинг подземных вод до участка перекрытия водонепроницаемой подземной стены (общие объемы сбросов подземных вод составили 614800 м³).
- 2) Эксплуатация водоочистного сооружения, специально предназначенного для подводных и подземных стоков (общие объемы очищенных грунтовых вод и их сброс составил в общей сложности 1039831 м³, из дренажного пруда было откачено в общей сложности около 258000 м³, увеличена производительность очистки с 900 до 1500 м³/сут, ведутся работы по установке дополнительных дренажных ям и восстановлению существующих котлованов, завершён монтаж запасной подводной дренажной перекачивающей трубы и вспомогательных сооружений).

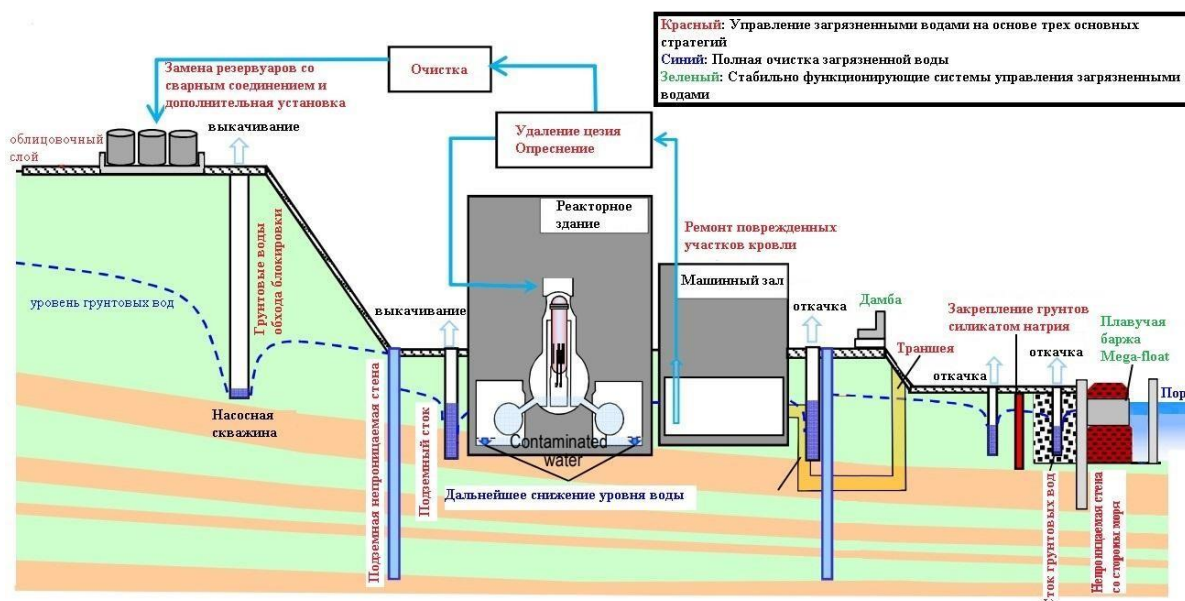


Рисунок 1. Схема процесса управления загрязненными радиоактивными водами на АЭС «Фукусима-Дайити»: красный цвет - очистка загрязненных вод; синий цвет - полная очистка загрязненной воды; зеленый цвет - стабильно функционирующие системы управления загрязненными водами [2].

- 3) Мероприятия по нанесению защитного непроницаемого покрытия (асфальтирование поверхности объекта, 94% запланированной площади - 1450000 м² на участке).
- 4) Состояние строительства водонепроницаемой подземной стены и состояние уровня грунтовых вод вокруг зданий (завершено строительство водонепроницаемых подземных стен, реализованы дополнительные ремонтные работы для участка размороженной глубины).
- 5) Эксплуатация оборудования для удаления радионуклидов (объемы воды, обработанные высокопроизводительными установками для удаления радионуклидов, составляют 1255000 м³, в том числе, около 9500 м³, хранящиеся в специальном резервуаре с высокой концентрацией радиоактивных веществ; для снижения содержания стронция было обработано около 778000 м³).
- 6) Меры по снижению риска загрязнения воды, хранящейся в резервуарах (проводятся очистные мероприятия, включающие удаление стронция цезий-абсорбционным аппаратом (KURION), вторичным цезий-абсорбционным аппаратом (SARRY) и третьим цезий-абсорбционным аппаратом (SARRY II), обработано около 621000 м³).
- 7) Состояние загрязненного радиоактивного грунта, строительного материала, металлоконструкций, подстриженных деревьев и прочих отходов (общий объем хранения загрязненного каменного и металлического материала составил около 309100 м³, общий объем хранения обрезанных деревьев - около 134400 м³, общий объем хранения использованной защитной одежды - около 30600 м³).
- 8) Состояние управления вторичными отходами водоподготовки (общий объем хранения отработанного шлама составлял 445 м³ (коэффициент заполнения площади 64%), а концентрированного отработанного флюида 9311 м³ (коэффициент заполнения площади 90%).
- 9) Работы по строительству объектов для хранения отходов атомной электростанции [2].

Состояние энергоблоков.

В декабре 2014 года на энергоблоке 4 был завершён вывоз топлива из бассейна отработавшего топлива, а с 15 апреля 2019 года такие работы начались на энергоблоке 3 (рис. 2). Ведётся мониторинг концентраций радиоактивной пыли в окружающей среде. Основная работа продолжается в направлении удаления топлива (топливные сборки расплавились в результате аварии) из блоков 1 и 2.

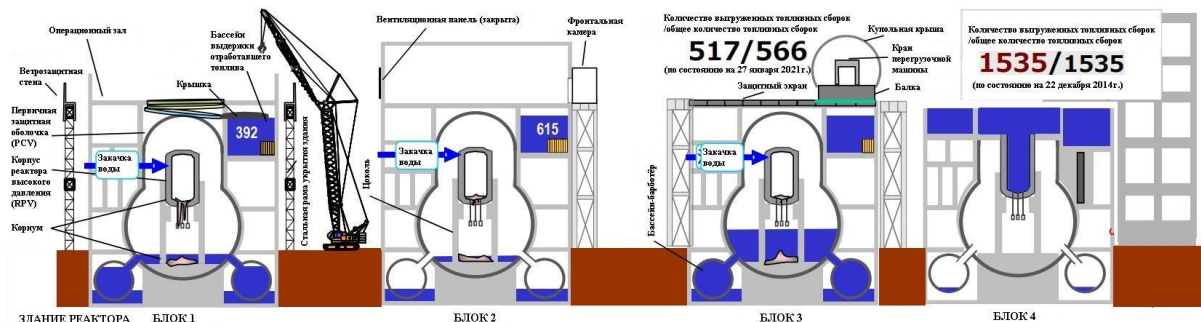


Рисунок 2. Схема текущего состояния энергоблоков 1-4 АЭС «Фукусима-Дайити» [3].

Температуры корпуса реактора высокого давления (RPV) и корпуса первичной защитной оболочки (PCV) блоков 1-3 в течение последнего месяца поддерживались в диапазоне примерно 15-25°C. В ноябре 2020 года доза облучения в результате выброса радиоактивных веществ из корпусов реакторов блока 1-4 была оценена на уровне менее 0,00007 мЗв/год на границе участка.

Блок 1. Демонтируется оставшаяся часть надстройки здания, которое было установлено сразу после аварии для предотвращения рассеивания радиоактивных материалов. После этого с первой половины 2021 года, для подавления выбросов радиоактивных материалов в воздух, начнется установка большой крыши и монтаж систем вентиляции.

Блок 3. Стабильно продолжается отвод топлива, по состоянию на 27 января 2021 года было выгружено 517 из 566 тепловыделяющих сборок. После завершения подготовки к транспортировке емкостей для хранения, вмещающих тепловыделяющие сборки с сильно деформированными ручками, в декабре 2020 года были проведены проверки и обучение на погрузочно-разгрузочные работы в общем бассейне [2].

Выводы

План послеаварийного восстановления «Среднесрочная и долгосрочная дорожная карта по выводу из эксплуатации предприятия ТЕРСО на АЭС Фукусима-Дайити, энергоблоки 1-4», принятый правительством Японии, и реализуемый компанией ТЕРСО, дает описание основных мероприятий, которые на момент прошествия первого десятилетия со дня возникновения глобальной аварии радиационного загрязнения на АЭС «Фукусима-Дайити» проводятся успешно. Основную трудность представляет очистка загрязненной радиоактивной воды.

Меры по очистке загрязненных вод проводятся на основе трех основных стратегий:

- удаление источника загрязнения воды;

- перенаправление пресной воды из загрязненных районов;
- удержание загрязненной воды от утечки.

Многokратные мероприятия по очистке загрязненных вод, включая создание непроницаемых подземных стен со стороны суши и моря, стабилизировали подземные воды на низком уровне, а загрязненные воды, образующиеся во время дождей, очищаются путем ремонта поврежденных участков крыш зданий, облицовки на месте. Благодаря этим мерам, выработка загрязненной воды была сокращена с 540 м³/сут (в мае 2014 года) до 140 м³/сут (в 2020 году). Дальнейшие меры по уменьшению образования загрязненной радиоактивной воды должны сократить объемы до 100 м³/сут или менее до 2025 года.

Библиография

1. Авария на АЭС “Фукусима-дайити”. Доклад Генерального директора / Международное агентство по атомной энергии. - Вена, 2015. - 278 с.
2. Monthly progress (January 28, 2021). Mid-and-Long-Term Roadmap towards the Decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Units 1-4. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/pdf/mp202101.pdf> (дата обращения: 27.02.2021).
3. Mid-and-Long-Term Roadmap towards the Decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Units 1-4. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/> (дата обращения: 27.02.2021).

*О вопросах развития экологического просвещения в Российской Федерации
Алеева Р.Н.* (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, rinataal96@mail.ru),
Мазаев А.В. (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, mazaevav@mgri.ru), Степанов А.В.
(МГРИ имени Серго Орджоникидзе, anton.stepanov97@mail.ru)*

Аннотация

Общество развивается и вместе с этим растёт социальное значение экологии. В настоящее время перед ней формируется базовая задача – сделать среду обитания людей безопасной для их существования. Общество потребителей и сложившийся в мире антропоцентризм позволял человечеству многие десятилетия неограниченно использовать природные ресурсы в своих целях, не беспокоясь о вопросе их исчерпания и/или возобновления.

Хотя проблема экологической безопасности исследуется на всех уровнях – глобальном, региональном и местном, важно иметь глубокое понимание взаимодействия экосистемы и общества. Таким образом, необходимо мобилизовать весь общественный потенциал, который может помочь человеку понять и принять не только ценность природы, но и ее моральные, эстетические, этические и научные ценности. Однако в контексте глобального экологического кризиса проблема жизнедеятельности человека сегодня чрезвычайно актуальна, и необходимо решить эту проблему для будущего поколения, приняв серьезные меры для предотвращения возникновения экологического кризиса в природе и обществе.

Ключевые слова

Экологическое просвещение, грамотность населения, экологическая ситуация, природный кризис, непрерывное экологическое образование

Теория

Знания в области экологии нужны каждому человеку, не зависимо от возраста, интересов, места проживания, сферы деятельности, чтобы понимать результаты своих действий для природы и знать, как можно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Экологическое образование и просвещение должны включать не только теоретические знания, но и практические навыки: как экономить различные природные ресурсы (воду, энергию и другие), как правильно обращаться с отходами, какие существуют альтернативы одноразовых вещей и остальное то, что любой сможет применить в жизни. Чтобы гармонизировать взаимодействие и развитие общества и природы как единого целого, наука в области образования и культуры должна быть построена таким образом, чтобы формировать новые моральные критерии, способствующие глубокому пониманию человека и природы, жизни и здоровья как абсолютных ценностей. Решение такой важной проблемы связано с рядом трудностей. Экологическое образование становится все более актуальным в контексте научного подхода в разрешении конфликта между обществом и природой. В этом аспекте особое внимание во всем мире сейчас уделяется экологическому просвещению разных групп населения [1].

Значимость экологического образования и просвещения регламентируется на государственном уровне. В ст. 71 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей

среды» говорится об «установке системы всеобщего и комплексного экологического образования» в целях «формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды». В ст. 74 определена необходимость всеобщего экологического просвещения населения, в котором должны принимать участие все уровни власти, органы местного самоуправления, СМИ [3].

В «Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года», утвержденной Президентом в 2012 году, формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания приводится в качестве одной из важнейших задач для достижения стратегической цели государственной политики в области экологического развития. Основы экологических знаний включены в федеральные государственные стандарты основного общего образования [4].

С практической реализацией этой концепции есть большие проблемы: уровень экологического образования и просвещения не соответствует современному состоянию экологических проблем. По нашему мнению это связано низкой заинтересованностью со стороны общества, низкой экологической культурой. Экономические интересы, к сожалению, часто превалируют над экологическими, и концепция «зеленой» экономики пока остается только декларацией [2].

Чтобы экологическое образование и просвещение стали повсеместными, нужны совместные действия всех структур образования и природоохранных ведомств, нужен общественный запрос на то, чтобы экологическое образование и экологическое просвещение стали приоритетными (рисунок 1). Важна комплексная работа и сотрудничество многих сторон. Пояснение к рисунку 1:

- Темно-зеленые фигуры – это все уровни образования в РФ;
- Темные сплошные стрелки отражают путь прохождения образовательных этапов;
- В центре схемы расположены государственные органы (Минобрнауки), которые занимаются контролем и развитием образования в России (разработка программ обучения и т.д.);
- Контроль над подразделениями указан пунктирными стрелками;
- Светло-зелёным цветом выделены общественные организации и дополнительное образование, которые так же имеют своё значение в общей системе;
- Стрелки красного цвета отражают сотрудничество подразделений друг с другом.



Рисунок 1. Идеальная модель непрерывного экологического образования и формирования экологически грамотного общества



Рисунок 2. Модель развития экологической грамотности и стимулирования экологического ответственного поведения.

При идеально сложной работе модели на рисунке 1 постепенно будет формироваться экологическое ответственное общество. В ускорении данного процесса

может служить рисунок 2, а именно личные особенности обучаемого и удовлетворённость других жизненно необходимых потребностей.

Выводы

Для того чтобы предотвратить глобальные экологические катастрофы, нужно пересмотреть концепцию отношений общества и природы. Изменить техногенные взгляды на природу как на неиссякаемый источник ресурсов, на прогрессивные взгляды интеграции человека общества и природы.

В целом на федеральном и региональном уровнях необходимы: разработка и реализация эффективных программ по охране окружающей среды с обязательным учетом локальных проблем, усиление системы государственного экологического контроля и надзора за субъектами хозяйственной и иной деятельности. Привлечение к процедурам экологического нормирования и лицензирования в сфере природопользования органов местного самоуправления (что сегодня не закреплено законодательно и, соответственно, не реализуется).

Органам местного самоуправления муниципальных образований необходимо, прежде всего, разрабатывать и реализовывать экологические программы муниципального значения с привлечением населения и широким освещением конкретных дел в местных СМИ; в целях ознакомления общественности с социально-значимыми проектами строительства, реконструкции объектов и сооружений на подведомственной территории, подлежащими государственной экологической экспертизе, организовывать и проводить совместно с заказчиком работ общественные обсуждения, в том числе в форме общественных слушаний, оказывать пристальное внимание муниципальной системе образования в части экологического воспитания подрастающего поколения. Привлечение населения, молодежи, субъектов хозяйственной и иной деятельности к реализации конкретных социально значимых природоохранных задач в рамках государственной и муниципальной политики, экологических программ, а также грамотная информационно-разъяснительная работа, прежде всего со стороны органов местного самоуправления, позволяет говорить о весьма эффективных формах выражения различных способов природоохранного поведения граждан.

Библиография

1. Андреев М.Д. Экологическое воспитание и просвещение как эмоционально-ценностное отношение к природе // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – № 7. – С. 76-78.
2. Мазаев А.В., Экзарьян В.Н. Основы экологического образования: Учебное пособие – М.: «11-й формат», 2017. – 59 с.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 30.12.2020) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021)
4. Экологическое просвещение населения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://businessman.ru/ekologicheskoe-prosveschenie-naseleniya.html> Дата обращения: 12.02.2021 г.

Основные направления реализации методов повышения уровня экологического просвещения

Алеева Р.Н.* (МГРИ-РГГРУ имени Серго Орджоникидзе, rinataal96@mail.ru)

Аннотация

Проблема экологической ситуации стала актуальна в XX веке в связи с обостряющимся пределом основных ресурсов. А именно в последние 30 – 40 лет основополагающей задачей является формирование экологического сознания. Современное общество оказалось перед выбором: либо сохранить господствующий способ взаимодействия с природой – и тогда неизбежны экологические катастрофы, либо радикально изменить сложившийся тип деятельности и сознания и сохранить биосферу в состоянии, пригодном для жизни. В работе рассмотрены базовые векторы развития экологической грамотности населения.

Ключевые слова

Экологическое просвещение, непрерывное экологическое образование, грамотность населения, экологические знания.

Теория

Рассматривая проблему экологической грамотности населения, мы должны понимать, что это основа перестройки всего экологического мышления с целью выхода из экологического кризиса и перехода к модели устойчивого самоподдерживающегося развития, то есть по существу, сохранения нашей цивилизации и пригодных для этого условий среды.

В «Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной государственными органами в 2012 году, формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания приводится в качестве одной из основных задач для достижения стратегической цели государственной политики в области экологического развития. Основы экологических знаний включены в федеральные государственные стандарты основного общего образования. В России, как и в целом мире, уже достаточно основательно развивается система непрерывного экологического образования. В неё входит семь базовых стадий: семейное образование – детский сад – школа – колледж – ВУЗ – курсы повышения квалификации – профессионально-экологическая переподготовка [1]. С такой системой образования будет формироваться общество, которое с самого детства знает законы природы, умеет бережного к ней относиться, осведомлено о глобальных экологических проблемах. Но на данный момент больший процент населения не знаком с данной информацией, не знает даже базовых закономерностей в природе, не знает как вести более экологичный образ жизни, что может сделать каждый гражданин. И это подтверждает Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, что одной из угроз экологической безопасности России является низкий уровень экологического образования и экологической культуры населения [2].

Предложены несколько направлений для изменений экологического сознания у людей, завершивших процесс обучения. Временной период их обучения не характеризовался системой непрерывного экологического образования (рисунок 1).

Осознать взаимоотношения в системе «Человек - Природа» на уровне сознания, и призвано экологическое воспитание и просвещение. Как известно, изменения в сознании людей, прежде всего, зависят от усилий в области воспитания и просвещения.

Экологическое воспитание и просвещение (формальное и неформальное образование в области окружающей среды) - это формирование у человека сознательного восприятия окружающей среды, убежденности в необходимости бережного отношения к природе, к разумному использованию ее богатств, пониманию важности приумножения естественных ресурсов. В современных условиях экологическое просвещение и воспитание - важнейшая из основ процесса гармонизации взаимодействия общества и природой [3].

Во-первых, популяризация особенностей окружающей среды. Человеку интересно заниматься тем, в чём он разбирается. Например, если человек слышит об утечке дизельного топлива в Норильске и не знает, к каким это приведёт последствиям именно в многолетней мерзлоте, он и не заинтересуется данной проблемой. Поэтому необходимо не только популяризировать информацию о многообразных пакетах и раздельном сборе мусора, но и об особенностях природной среды, хотя бы своей страны.

Во-вторых, развитие штрафной система. Развитие глобального экологического мышления или даже стремления к его достижению невозможно без самодисциплины на элементарном уровне. Никогда не решатся масштабные экологические проблемы в стране и глобальные экологические бедствия в мире, пока человек может позволить себе выкинуть свой мусор мимо урны, оставить его в лесу после себя. В России штраф за выброс мусора предусматривается Статьей 8.2. КоАП РФ Несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления. Штраф составляет от тысячи до 2 для гражданина, от 10 до 30 для должностного лица, от 100 до 300 для юридического лица. К сожалению, никто не следит за выполнением данных условий. Необходимо не только ужесточить наказание за нарушение статьи 8.2. КоАП РФ, но и обеспечить контроль за его выполнением [4].

В-третьих, баланс экономико-эколого-социальных сфер. Возникновение и развития потребности человека в рациональном использовании природных ресурсов и сохранении благоприятной окружающей среды не возможно без его удовлетворения базовых материальных потребностей. Если человеку нечего есть и не на что жить, он не будет задумываться о сохранении окружающей среды. У него будут стоять совершенно другие задачи, которые наоборот могут нести ей вред.

Последний аспект – это непрерывное экологическое образование. Эффективность непрерывного экологического образования зависит не только от наличия достаточного числа и доступности соответствующих образовательных программ и стандартов, разнообразия и качества образовательных услуг, толковой системы управления образованием. Многие определяется развитым психологическим обеспечением учебно-воспитательного процесса, созданием стимулов, мотивирующих человека быть экологически грамотным с учетом его возраста, культурного, жизненного и профессионального опыта, условий проживания.

В мировой и отечественной практике рассматриваются три возможные модели экологического образования:

1. Однопредметная – вводится интегрированная учебная дисциплина экологической направленности;
2. Многопредметная – осуществляется экологизация традиционных учебных курсов и дисциплин;
3. Смешанная – вводится новый курс экологической направленности с одновременной экологизацией традиционных учебных предметов.

Большинство отдают предпочтение смешанной модели, потому что он является наиболее полным, но и более затратным. Для этого на местах необходимо всячески содействовать экологизации сферы образования и воспитания детей [2].



Рисунок 1. Схема новой модели экологического просвещения.

Выводы

В настоящее время существуют три главных аспекта экологического воспитания: правовой, технико-технологический, эколого-экономический. Все аспекты подразумевают в себе природоохранные мероприятия. Они требуют больших материальных затрат, совершенствование законодательной и нормативной базы, привлечения грамотных и ответственных кадров! Значимость экологического воспитания в целом в России намного отстаёт от наиболее развитых стран современного мира. России необходимо рассмотреть опыт других и выбрать наиболее подходящий для дальнейшего развития.

Важнейшим условием решения проблем экологического воспитания является создание среды, в которой взрослые личным примером демонстрируют детям правильное отношение к природе и активно, по мере своих возможностей, вместе с детьми участвуют в природоохранной деятельности! Основная задача человечества — добиться эффективного природопользования на основе принципов правового гражданского общества через повышение экологической культуры нашего народа.

Основная задача экологического сознания и экологического воспитания — добиться эффективного природопользования на основе принципов правового гражданского общества через повышение экологической культуры нашего народа. Вместе с государственным контролем в сфере охраны природы усилить экологический контроль общественности, всесторонне повышать значимость в экологическом сознании и культуре народа заботы о природе, показать важность охраны окружающей среды, природоохранных мероприятий в деле обеспечения будущих поколений необходимыми условиями для жизнедеятельности.

В целом на федеральном и региональном уровнях необходимы: разработка и реализация эффективных программ по охране окружающей среды с обязательным учетом локальных проблем, усиление системы государственного экологического контроля и надзора за субъектами хозяйственной и иной деятельности, привлечение к процедурам экологического нормирования и лицензирования в сфере природопользования органов местного самоуправления (что сегодня не закреплено законодательно и, соответственно, не реализуется). Органам местного самоуправления муниципальных образований необходимо прежде всего разрабатывать и реализовывать экологические программы муниципального значения с привлечением населения и широким освещением конкретных дел в местных СМИ; в целях ознакомления общественности с социально-значимыми проектами строительства, реконструкции объектов и сооружений на подведомственной территории, подлежащими государственной экологической экспертизе, организовывать и проводить совместно с заказчиком работ общественные обсуждения, в том числе в форме общественных слушаний, оказывать пристальное внимание муниципальной системе образования в части экологического воспитания подрастающего поколения.

Привлечение населения, молодежи, субъектов хозяйственной и иной деятельности к реализации конкретных социально значимых природоохранных задач в рамках государственной и муниципальной политики, экологических программ, а также грамотная нормотворческая, информационно-разъяснительная работа, прежде всего со стороны органов местного самоуправления, позволяет говорить о весьма эффективных формах выражения различных способов природоохранного поведения граждан.

Библиография

1. Аманов, Г. А. Воспитание экологического сознания и экологической культуры у молодежи / Г. А. Аманов, Т. Б. Абдуллаев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 22 (208). — С. 85-87.
2. Анисимов А.С. Основные направления формирования экологического сознания на современном этапе / А.С. Анисимов, И.В. Безродная. — // Сервис в России и за рубежом. — №4. — 2014. — с. 14–27.
3. Мазаев А.В., Экзарьян В.Н. Основы экологического образования: Учебное пособие — М.: «11-й формат», 2017. — 59 с.
4. Павленко С. А. Словарь экологических терминов в законодательных нормативных правовых и инструктивно-методических документах. М.: Лань, 2018. 320 с.

Исследование физико-механических свойств галитовых отходов для определения возможностей их складирования

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

Аннотация

Представлены результаты исследований по определению структурного строения и физико-механических свойств пласт-плиты, создаваемой способом гидронамыва, обеспечению эффективного выполнения работ по складированию отходов обогащения калийной руды.

Ключевые слова

галитовые отходы, физико-механические свойства галитовых отходов, солеотвал, шламохранилище, пласт-плита.

Теория

Особенностью калийных предприятий является складирование на поверхности земли отходов обогащения. Твердые галитовые отходы складировются в солеотвалы, жидкие – в шламохранилища [1]. В Республике Беларусь разработана технология использования отработанных шламохранилищ в качестве дополнительных территорий под складирование солеотходов, например, способом гидронамыва, создав при этом слабое основание пласт-плиты. Для формирования пласт-плиты способом гидронамыва на всю поверхность отработанного шламохранилища намывают свежие галитовые отходы.

Галитовые отходы представляют рыхлую трехфазную систему, состоящую из смеси твердых минеральных частиц, насыщенных рассолов и различного рода газов. Особенности галитовых отходов представляют практическое значение при проектировании, поскольку от их состава, водно-физических свойств, технологии гидронамыва зависят развивающиеся в солеотвале процессы. Минералогический и химический составы галитовых отходов являются полиминеральным и в целом определяются минералами галопелитов, входящими в состав калийной руды [2-3].

Анализ исследований физико-механических и водно-физических свойств грунтов, формирующих тело пласт-плиты, показателей ее структурного строения явились исходными данными для исследования качественных параметров тела пласт-плиты в горно-геологической информационной системе. В результате анализа данных была создана векторная модель объекта исследований, представляющая набор установленных сечений, на которых располагаются контуры с соответствующими точками и отрезками. В дальнейшем векторная модель послужила основой для создания трехмерной модели. Формирование трехмерной модели тела пласт-плиты на основе исследовательских скважин явилось главной основой для расчета ее качественных характеристик. Модельные исследования проводились как по конечным физико-механическим и водно-физическим показателям, так и по показателям, лежащим в основе их получения: влажности, плотности, угла внутреннего трения, модуля общей

деформации, сцепления, пористости, консистенции, границ текучести, пластичности (рис.1).

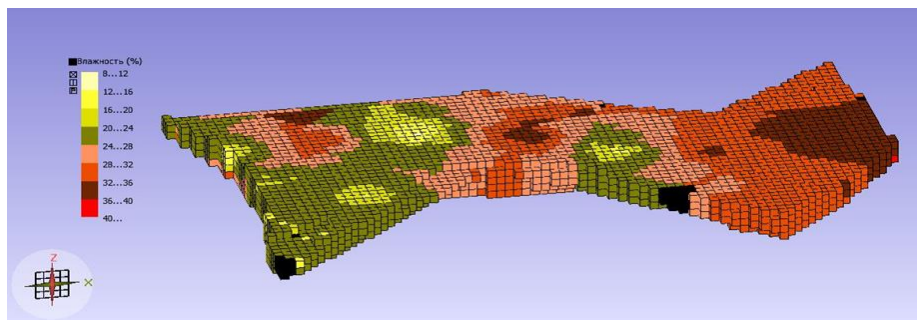


Рисунок 1. Модель распределения влажности по телу пласт-плиты

Результаты геофизических исследований с момента складирования галитовых отходов, позволили установить, что 48 % тела пласт-плиты имеет угол внутреннего трения 25–27°; 83,06 % тела имеет влажность 20–32 %; 41,70 % тела имеет плотность 1,85–1,90 г/см³; 61,6 % тела имеет модуль общей деформации 1,0–1,5; 36,6 % тела имеет сцепление 0–0,005 [4].

Выводы

Формирование пласт-плиты представляет совокупность пространственно-временных особенностей ее строения, включающих в себя геологические и техногенные факторы, связанные с режимом гидронамыва. Выполненный анализ физико-механических свойств галитовых отходов позволяет использовать полученные данные для дальнейшего моделирования и рекомендаций для гидронамыва.

Библиография

1. Кологривко, А. А. Снижение техногенной нагрузки в Солигорском промышленном районе / А. А. Кологривко, С. А. Лаптенко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых и инженерных подходов: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции/ редкол.: С. Ю. Солодовников [и др.]. – Минск, БНТУ, 2016. - С. 52-57.
2. Кологривко, А. А. Минералогический и химический состав солеотходов, получаемых при флотационном обогащении / А. А. Кологривко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 15-й Международной научно-технической конференции. - Минск: БНТУ, 2017. - Т. 3. - С. 234.
3. Кологривко, А. А. Методики изучения физико-механических свойств солеотходов / А. А. Кологривко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных подходов: сборник материалов X Международной научно-практической конференции, 30 марта 2017 г. / пред. редкол. С.Ю. Солодовников. - Минск: БНТУ, 2017. - С. 23-27.
4. Кологривко, А. А. Отходы калийных предприятий: гидронамыв / А. А. Кологривко, Т. С. Астапенко // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные и экономические решения: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции/ редкол. С. Ю. Солодовников (пред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 25-28.

**Биоремедиация как перспективный метод реабилитации
нефтезагрязненных территорий Арктики**
**Ахмадиев А.К.* (МГРИ, akhmadievak@mgri.ru), Экзарьян В.Н. (МГРИ,
ekzaryanvn@mgri.ru),**

Аннотация

Процессы, связанные с климатическими изменениями в Арктике, приводят к тому, что данный регион становится все более привлекательным для крупномасштабного промышленного освоения, и прежде всего для добычи полезных ископаемых. Существующий опыт по освоению как сухопутной, так и морской территории Арктики показывает, что процессы самовосстановления природной среды протекают достаточно медленно. Сам же процесс ликвидации последствий техногенной деятельности ограничивается техническим этапом рекультивации, а в отношении нефтяного загрязнения до сих пор применяется сжигание углеводородов. Между тем в мире все интенсивнее используются методы биологического восстановления территории, которые позволяют ускорить процесс самовосстановления. В связи с этим возникает необходимость рассмотреть возможность применения биоремедиации, в частности в отношении случаев нефтяного загрязнения, в условиях арктических широт.

Ключевые слова

Углеводороды, нефтепродукты, разложение, экосистема, восстановление

Теория

События последних лет, в частности крупная техногенная авария, произошедшая в районе Норильска (2020 г), вследствие которой произошел разлив более 20 тыс. тонн нефтепродуктов, по причине разгерметизации резервуаров их хранения, показывают, что проблема ликвидации подобных аварий и реабилитации нефтезагрязненных территорий, особенно в условиях Арктики, является насущной и острой. В целом же по данным на 2019 г. (см. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 г.»*) на территории Русской Арктики было нарушено и загрязнено более 218 тыс. га. земель. В бассейны Северного Ледовитого океана за 2017-2018 гг. суммарно поступило более 280 тыс. тонн нефтепродуктов (см. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации за 2017-2018 гг.»*). Наибольший вклад в нарушение вносит деятельность, связанная с добычей и транспортировкой полезных ископаемых, прорывы нефте – продуктопроводов, разливы нефти. В связи с этим возникает необходимость рассмотреть современные методы реабилитации природной среды, которые могли бы быть повсеместно применимы в арктических условиях.

Существующая проблема заключается в том, что при ликвидации нефтяных загрязнений до сих пор находят применение методы, отношение к которым можно считать спорным. Так, уже не одно десятилетие применяется метод смешивания химических диспергентов с морской водой, загрязненной нефтью. В идеале диспергенты должны разбивать пятна на капли, что облегчает разрушение нефти для микроорганизмов. Однако до конца предсказать ход подобной реакции невозможно, к тому же может возникнуть токсичный эффект для некоторых морских простейших, например, для коловратки (зоопланктон в основании морской пищевой цепи).

Физические и химические методы очистки от нефти иногда используются, но не всегда эффективны и порой даже опасны [1]. Например, при сжигании нефти в атмосферу выделяются углекислый газ, оксиды азота, серы и других газов. В случае захоронения отходов в толщах происходит изменение физико-химического состава грунтовых и подземных вод, а так же меняется напряжение в самом массиве, что негативно сказывается в целом на геологической среде. Однако необходимо отметить, что применение подобных методов приводит к удалению значительной доли нефти из загрязненных участков, но с другой стороны они не представляются столь экологичными как хотелось бы, иными словами при ликвидации одного загрязнения может породиться другое. Физико-химические методы ликвидации нефтяных загрязнений находят применение и в Арктической зоне (рис. 1). Наиболее часто используется сочетание таких методов как сжигание нефти и диспергирование.

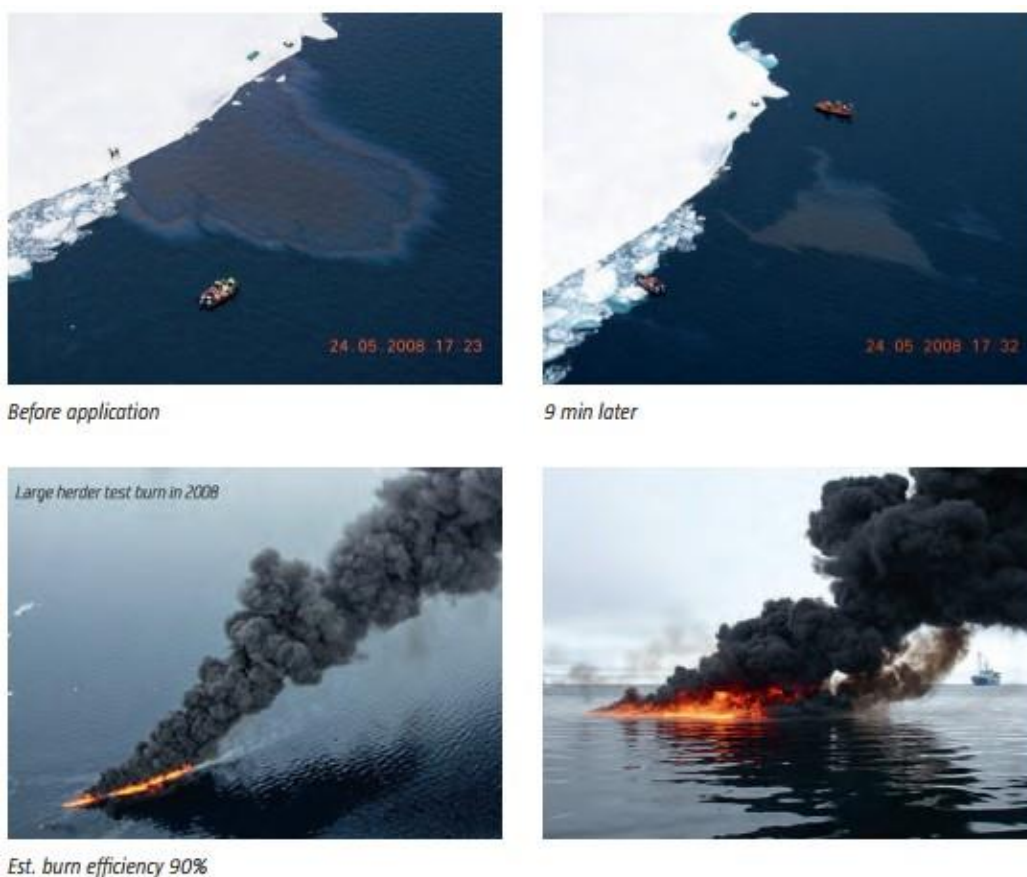


Рисунок 2. Показ последовательности снимков до и после процесса сжигания нефти у берегов Норвегии, 2008 г. (Photos: DF Dickins, источник <https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/403>)

Одним же из самых эффективных и современных методов реабилитации признается биологическое восстановление (биоремедиация) [1]. Методы биоремедиации основаны на использовании метаболического потенциала для ослабления токсического воздействия загрязняющих веществ путем: 1) превращения их в менее токсичные продукты; 2) полной минерализации (разложения) загрязняющих веществ; 3) иммобилизации (остановки или замедления миграции) загрязняющих веществ [5].

Реабилитация природной среды с использованием биоремедиации может осуществляться *in-situ* или *ex-situ*. При первом варианте разложение, ослабление действия загрязняющих веществ происходит в естественных природных условиях. В

другом случае осуществляется извлечение деградированной почвы посредством взятия проб или удаления всей массы с последующим ее возвратом, т.е. процессы разложения при *ex-situ* протекают в независимости от факторов окружающей среды. Стоит отметить, что биоремедиация по принципу *in-situ* имеет существенное преимущество перед *ex-situ*. Так, она считается более экономичной, так как проводится на месте загрязнения, кроме того она может реализовываться в различных экологических условиях: на территории промышленных объектов, при наличии грунтовых вод, в аридных землях, а также в некоторых экстремальных условиях, таких как арктическая почва [5]. Последнее особенно для нас важно, так как в условиях медленно текущих процессов самовосстановления возникает возможность их ускорения без нарушения самой экосистемы.

В настоящее время интерес к изучению вопросов биологической очистки и восстановления экосистем возникает у многих исследователей. В частности было определено, что применительно к углеводородам их биологическими разрушителями являются: бактерии (например, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Chlamydiae* и *Deinococcus – Thermus*), грибы (например, *Amorphoteca*, *Neosartorya*, *Talaromyces*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Sporobolomyces*, *Cephalosporium*, *Penicillium* и *Graphium*) и водоросли [6,8]. Ряд исследований (например [4]) показывает, что наибольшую способность к разложению нефти и ее продуктов именно в арктических широтах могут проявлять бактерии рода *Proteobacteria*, *Actinobacteria*. Это, как полагают ученые, может быть связано с тем, что попадая в нефтяную среду данные микроорганизмы, быстро размножаются, что и приводит к потенциально высокой степени очистки территории.

Кроме того, сегодня также известны универсальные микроорганизмы, способные к биоразложению углеводородов. К таким «универсалам» относят: *Acinetobacter*, *Marinobacter*, *Roseobacter* [7]. Указанные микроорганизмы проявляют свою активность не только в почве, но и в морской среде, что может представлять интерес в случае загрязнения арктических морей. Однако стоит сделать уточнение, что внутри обозначенных родов существуют десятки видов и соответственно не все из них могут проявлять способность к деградации нефти и ее продуктов.

При проведении биоремедиации мы можем рассматривать внесение не только отдельных микроорганизмов, но и интродукцию консорциумов. Одним из таких примеров является применение *Acinetobacter sp.* и *Ochrobactrum sp.* для экспериментальной очистки части нефтезагрязненных почв Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, со степенью загрязнения нефтью в 70,3%. В результате введения данного консорциума микроорганизмов удалось за 9 месяцев разложить более 30% нефти [2]. Помимо этого, данные виды бактерий обладают хорошей выживаемостью в условиях пониженных температур, что делает их возможными для использования в арктических широтах.

Выводы

Биоремедиация нашла свое активное применение при реабилитации территорий, загрязненных углеводородами и / или тяжелыми металлами в умеренных широтах. Накоплен достаточно большой опыт в микробиологии и восстановительной экологии о разновидностях микроорганизмов и степени их участия в разложении и дезактивации загрязняющих веществ. Главной проблемой для широкого применения биоремедиации в

почвах арктических и субарктических является то, что они часто бедны питательными веществами, могут иметь повышенное рН и солёность, в них также может повышаться вязкость жидких углеводородов [3]. Однако, несмотря на обозначенные факторы, стоит рассмотреть биоремедиацию как альтернативу физико-химическим методам очистки территории от нефти и ее продуктов. Кроме того, существует необходимость дальнейшего изучения применения микроорганизмов в данных широтах, с целью углубления как знаний о них, об их адаптации, так и поиска путей повышения их эффективности для целей разложения углеводородов. Благодаря этому, может быть снижен риск полной деградации почв и морских экосистем Арктики в условиях постепенного роста ее промышленного освоения.

Библиография

1. Ахмадиев А.К., Экзарьян В.Н. Проблемы обеспечения экологической безопасности нефтегазовой отрасли // Разведка и охрана недр. 2020. № 7. С. 44-47.
2. Коршунова Т.Ю., Четвериков С.П., Логинов О.Н. Перспективы использования консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов для очистки нефтезагрязнённой почвы крайнего Севера // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 88–94. doi: 10.25750/1995-4301-2016-1-095-097
3. Aislabie, J., & Foght, J. (2008). Hydrocarbon-degrading bacteria in contaminated cold soils. In D. Filler, I. Snape, & D. Barnes (Eds.), *Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons in Cold Regions* (pp. 69-83). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511535956.006
4. Bell, T., Yergeau, E., Maynard, C. et al. Predictable bacterial composition and hydrocarbon degradation in Arctic soils following diesel and nutrient disturbance. *ISME J* 7, 1200–1210(2013), <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.1>
5. Janmejy Pandey, Archana Chauhan, Rakesh K. Jain, Integrative approaches for assessing the ecological sustainability of in situ bioremediation, *FEMS Microbiology Reviews*, Volume 33, Issue 2, 2009, Pages 324–375, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00133.x>
6. Li, Q., Liu, J. & Gadd, G.M. Fungal bioremediation of soil co-contaminated with petroleum hydrocarbons and toxic metals. *Appl Microbiol Biotechnol* 104, 8999–9008 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10854-y>
7. McGenity, T.J., Folwell, B.D., McKew, B.A. et al. Marine crude-oil biodegradation: a central role for interspecies interactions. *Aquat. Biosyst.* 8, 10 (2012). <https://doi.org/10.1186/2046-9063-8-10>
8. Prince RC Gramain A McGenity TJ (2010) Prokaryotic hydrocarbon degraders. *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology*, Vol. 19 (Timmis KN, ed), pp. 1669–1692. Springer-Verlag, Berlin.

Использование методов опробования компонентов окружающей среды при составлении инженерно-экологических изысканий

Букреев А.Д.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ, digital2018@rambler.ru)

Аннотация

В работе рассмотрена методика геоэкологического опробования компонентов природной среды, химико-аналитических исследований по определению экологического состояния окружающей среды, а также получения результатов исследований и их дальнейшего использования. В работе также представлены проблемы методики опробования и варианты их решения.

Ключевые слова

Опробование, исследования, лаборатория, грунты, почвы, компоненты.

Теория

Во время проведения инженерно-экологических изысканий, в соответствии с техническим заданием и программой работ, может выполняться пробоотбор различных компонентов окружающей среды. Вне зависимости от желаний заказчика, согласно своду правил, необходимо произвести отбор почв и грунтов, поверхностных и подземных вод (при наличии поверхностных водных объектов и/или источников водоснабжения).

Отбор проб почв и грунтов при проведении инженерно-экологических изысканий проводятся в соответствии с требованиями следующих документов:

- ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»;
- ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа»;
- МУК 4.2.796-99 «Методы санитарно-паразитологических исследований»;
- МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почв населенных пунктов»;

Санитарно-химические исследования позволяют определить степень загрязненности почв и грунтов на территории исследуемого объекта тяжелыми металлами, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами, а также специфическими загрязнителями.

Санитарно-эпидемиологические исследования позволяют определить санитарно-эпидемиологическое состояние территории, определить уровень микробиологического загрязнения по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям.

Проведение этих исследований позволяют обеспечить возможность строительства жилых и хозяйственных объектов, а также обеспечить безопасность проживания местного населения.

Существует проблема существования комплексной базы данных всех видов инженерных изысканий, в том числе инженерно-экологических, которая будет находиться в свободном доступе. Такая база позволит получить информацию о ранее проведенных на территориях изысканиях, что сократит время и затраты при составлении отчетов по проведенным работам.

На данный момент результаты инженерно-экологических изысканий находятся у исполнителя и заказчика работ, что не позволяет третьим лицам в полной мере владеть информацией о санитарно-химическом и эпидемиологическом состоянии территорий. Также необходимо ведение электронной базы протоколов испытаний аккредитованных лабораторий, чтобы все данные предоставлялись в открытом доступе путем составления бесплатной заявки. Данная база позволит сократить время на составление и ведение программы мониторинга.

Не только методическая база нуждается в совершенствовании. Так, например, с каждым годом человечество изобретает новые, более прочные, долговечные материалы, которые могут использоваться для создания более совершенного оборудования для проведения работ по инженерно-экологическим изысканиям.

Точность измерительных приборов увеличивается, уменьшается погрешность и вероятность получения недостоверных результатов. Необходимо в полной мере оснащать изыскательные организации и лаборатории новейшим высокоточным оборудованием для обеспечения заказчика максимально точной и достоверной информацией.

Помимо всего вышесказанного, необходимо также обеспечивать максимальный контроль за соблюдением всех необходимых норм и правил при проведении работ по инженерно-экологическим изысканиям работниками изыскательных организаций. Нельзя допустить промахи в правилах отбора проб, различных измерениях, ведь из-за этого получаемая заказчиком информация может быть неточной, что повлечет серьезные проблемы на последующих стадиях строительства объекта.

Необходимо рассмотреть не только саму систему контроля за адекватностью проведения измерений и отбора проб, но и систему штрафов за нарушения вышеуказанных норм.

Существуют также более необычные способы проведения опробования и оценки санитарного состояния компонентов окружающей среды. Например, отбор проб дистанционно, с помощью роботизированных устройств. Данные технологии уже начинают разрабатываться, и вскоре будут использоваться для проведения инженерно-экологических работ.

Широкое распространение, по моему мнению, в будущем приобретут передвижные экспресс лаборатории, которые позволят на месте определить санитарно-эпидемиологическое и санитарно-химическое состояние опробуемых компонентов окружающей среды. Пример такого механизированного пробоотборника представлен на

рисунке 1. Такие лаборатории будут иметь преимущество потому, что оперативный анализ проб позволит исключить даже малейшие неточности в измерениях.



Рисунок 1. Американский прототип механизированного пробоотборника поверхностных проб с экспресс лабораторией на дистанционном управлении.

Выводы

В данной работе рассматриваются методы опробования компонентов природной среды и химико-аналитических исследований по определению экологического состояния окружающей среды на участке исследуемого объекта при проведении инженерно-экологических изысканий, а также полученные результатов исследований и их дальнейшее использование.

Опробованию подвергаются такие компоненты окружающей среды как атмосферный воздух, почвы, грунты, поверхностные воды, грунтовые воды и донные отложения.

Результатами применения данных методов являются акты отбора проб, протоколы лабораторных исследований, а также табличные данные анализа и оценки состояния территории, которые используются в дальнейшем при построении карт фактического материала и современного состояния.

Благодаря определению класса опасности грунта определяются рекомендации по его дальнейшему использованию.

Среди возможностей совершенствования методов опробования рассматриваются варианты ужесточения методической базы, использование совершенных материалов в конструкциях приборов и новейшего программного обеспечения, контроль за

проведением работ, создание общедоступной базы, а также использование дистанционных пробоотборных механизмов.

Библиография

1. Инженерно-экологические изыскания. Исследования загрязнения почв и грунтов // [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.nopriz.ru/upload/iblock/1ec/STO-I-006_2017.pdf (дата обращения: 02.01.2020)
2. Микробиологическое загрязнение окружающей среды // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://azvolga.com/mikrobiologicheskoe-zagryaznenie-okruzhayuschey-sredy> (дата обращения: 28.12.2020)
3. Необходимые анализы при проведении экологических изысканий: состав, объем // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--80anccgwd3a3hra8a.xn--p1ai/inzhenernye/ekologicheskie/neobhodimye-analizu> (дата обращения: 06.01.2020).
4. О санитарном состоянии территории населенных мест // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901958082> (дата обращения: 02.01.2020).
5. Химико-аналитические и радиологические исследования в инженерно-экологических изысканиях // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gtng.ru/upload/iblock/676/26%20Perekupka.pdf> (дата обращения: 05.01.2020).
6. Химическое загрязнение окружающей среды // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/zagryazneniya-okruzhayushchey-sredy.html#a2> (дата обращения: 02.01.2020).
7. Экология и окружающая среды Подмосковья на 2014-2019 годы // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mosreg.ru/seychas-v-rabote/gosudarstvennye-programmy/gosudarstvennaya-programma-moskovskoy-oblasti-ekologiya-i-okruzhayushchaya-sreda-podmoskovya-na-2014-2018-gody> (дата обращения: 11.01.2021).

Анализ изменения коэффициента донной аккумуляции свинца от его концентрации в воде Азовского моря

Буфетов Д.О. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, mbufetova@mail.ru)

Аннотация

В работе проанализированы данные по содержанию свинца в воде и в поверхностном слое донных отложений Азовского моря за 1986-2018 гг. Изучены закономерности концентрирования указанного тяжелого металла донными отложениями в зависимости от его концентрации в воде, используя коэффициент донной аккумуляции. Показано, что интенсивность потока седиментационного самоочищения вод уменьшалась с увеличением концентрации свинца в воде, что было обусловлено сорбционными свойствами донных отложений.

Ключевые слова

Азовское море, свинец, загрязнение, донная аккумуляция

Теория

Согласно перечню загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды [1], свинец относится к классу токсичных, представляющих высокую опасность для биологических систем. Таким образом, изучение уровней концентрации, поведения свинца в воде и донных отложениях Азовского моря представляется актуальной проблемой.

Степень накопления тяжелых металлов в донных отложениях оценивали с помощью коэффициента донной аккумуляции (далее – КДА), определяемый по формуле: $KDA = C_{до} / C_{вода}$, где $C_{до}$ – концентрация загрязняющего вещества в донных отложениях, мг/кг; $C_{вода}$ – концентрация этого вещества в воде, отобранной одновременно в этом же створе, мг/л. КДА закреплен в «Методических указаниях по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов» [2]. Величины КДА, равные $n \times 10$ (где n от 1 до 9) при низких концентрациях загрязняющих веществ в воде и донных отложениях обычно характеризуют обстановку в водном объекте как относительно удовлетворительную (без признаков хронического загрязнения).

Невысокие значения КДА ($n \times 10 - n \times 10^2$) и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения. Значения КДА, равные от $n \times 10^3$ до $n \times 10^4$ при концентрациях загрязняющего вещества в воде, существенно превышающих величину ПДК, свидетельствуют о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта. КДА рассчитывали для каждой точки, где был произведен отбор проб воды и донных отложений, затем выводили среднегодовое значение для исследуемого района. Всего было проанализировано 1152 пробы воды и донных отложений в период с 2010–2018 гг.

На Рис. 1 представлены результаты многолетних наблюдений за изменением осредненных концентраций свинца в воде собственно моря, Таганрогского залива и в период с 2010 по 2018 гг. в Керченском проливе.

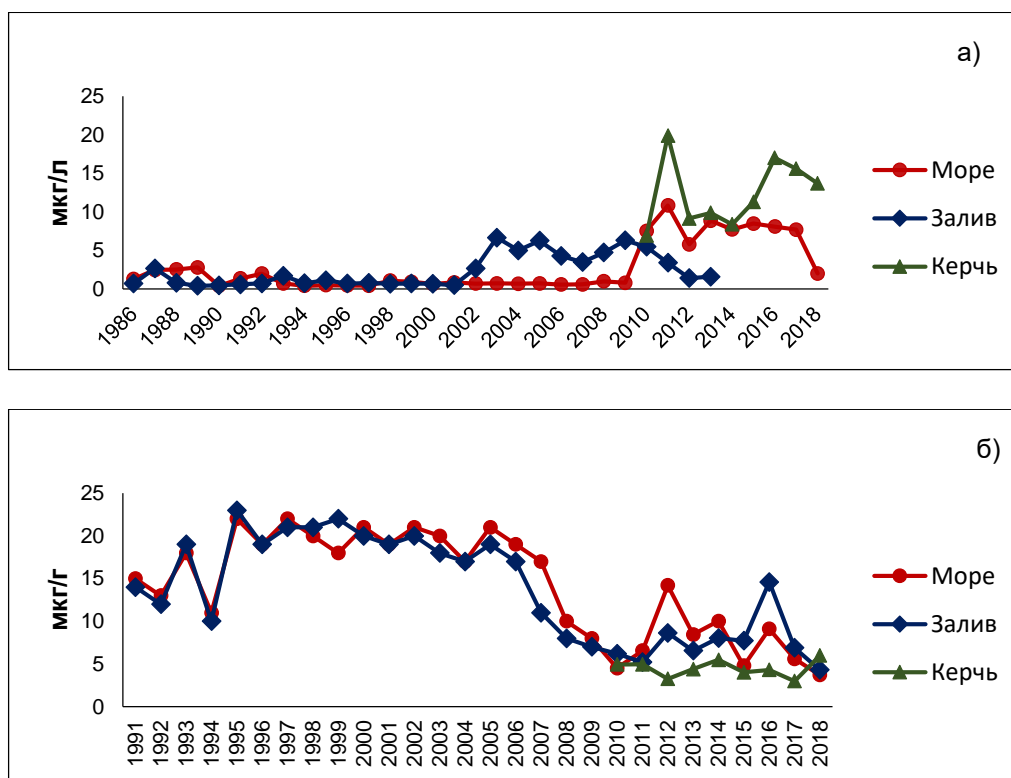


Рисунок 3. Концентрации свинца в собственно море, Таганрогском заливе и Керченском проливе: а) концентрация Pb в воде (мкг/л); б) концентрация свинца в поверхностном слое донных отложений (мкг/г сухой массы)

На рисунке видно, что с 1991 по 2002 г. содержание свинца в воде этих регионов было на порядок величин меньше, чем ПДКв. Начиная с 2003 г. была отмечена тенденция увеличения загрязнения вод открытой части Азовского моря свинцом, а концентрация свинца в воде Таганрогского залива в 2011–2013 гг. была близкой к ПДКв. В этот же период загрязнение воды свинцом в Керченском проливе превышало, или было близким к ПДКв. Представленные на Рис. 2б результаты определений в 1991–2018 гг. концентрации свинца в поверхностном слое донных отложений показали, что их загрязнение свинцом за все годы не превышало ПДКдо. При этом низким значениям концентрации свинца в воде соответствовали более высокие уровни его содержания в поверхностном слое донных осадков. В 1991–2010 гг. отмечалось практически синхронное изменение концентрации свинца в осадках Таганрогского залива и открытой части Азовского моря, а в 2011–2018 гг. его содержание было более высоким в донных отложениях открытой части Азовского моря.

КДА для собственно моря за весь период исследования находился в диапазоне от 566 до 50769, среднее значение КДА составляет 17952; для Таганрогского залива – 988–48592, среднее значение КДА – 15561; для Керченского пролива 355–713, при среднем значении КДА – 406. Таким образом, в большинстве случаев величины КДА в собственно море и в Таганрогском заливе были равны $n \times 10^4$, что указывает на хроническое загрязнение этих районов. Для Керченского пролива, на фоне высоких концентраций свинца в воде, превышающих ПДКв (средняя концентрация Pb за период 2010–2018 гг. составляет 12,4 мкг/л при диапазоне от 6,9 до 17 мкг/л), характерны невысокие значения КДА ($n \times 10^2$), что указывает на поступление в данный район свежего загрязнения.

Исследование тренда изменения КДА свинца от его концентрации в воде собственно моря и Таганрогского залива за 27-летний период показало, что эта зависимость с высокой степенью статистической достоверности (коэффициентами детерминации $R^2=0,96$ и $0,95$, соответственно) ложится на прямую линию на графике с логарифмическими масштабами по осям ординат (Рис. 2).

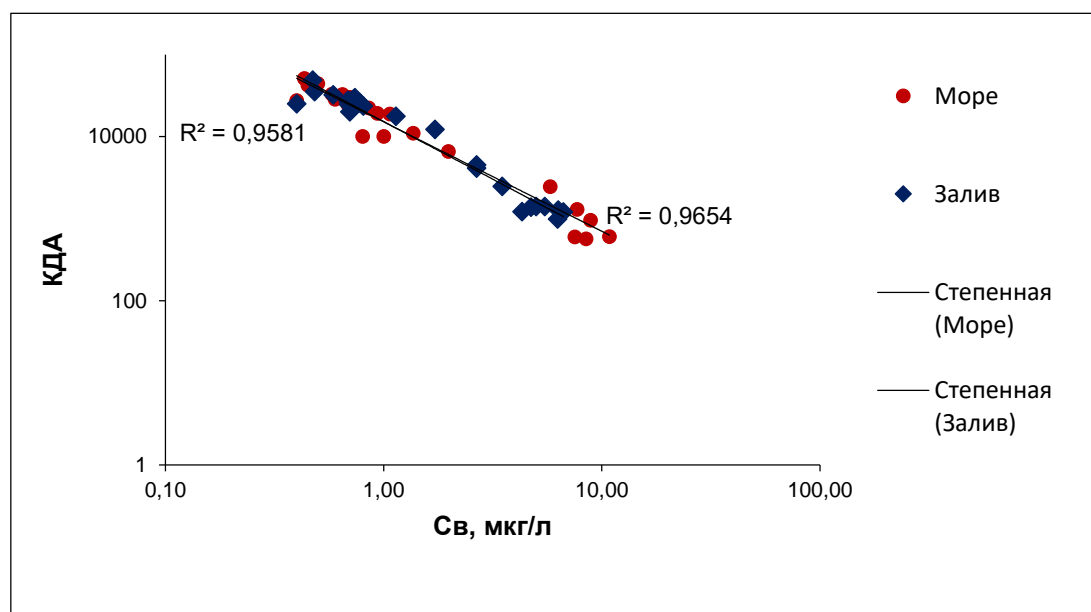


Рисунок 2. Зависимость изменения КДА свинца от его концентрации в воде

Представленные на Рис. 2 материалы свидетельствовали, что повышенная интенсивность седиментационного самоочищения вод при низких концентрациях свинца в воде обеспечивалась высокой (при КДА $n \times 10^4$ единиц) концентрирующей способностью донных отложений. С увеличением степени загрязнения вод свинцом до 10 мкг/л величина КДА снижалась более чем на два порядка величин и, соответственно, уменьшался вклад седиментационных процессов в самоочищение вод.

Выводы

Анализ полученных результатов показал, что донные отложения в сравнении с водной массой характеризуются некоторым отставанием процессов накопления тяжелых металлов. Наибольшим накоплением в донных отложениях отличается свинец, КДА которого составляет в среднем за весь период исследования $n \times 10^4$.

К районам наибольшего аккумулярования металлов в донных осадках в различные периоды исследований относится Таганрогский залив и центральная часть собственно моря. Для этих районов характерно распространение илистых песков, которые отличаются высокой аккумулярующей способностью.

Участки повышенной аккумуляции тяжелых металлов в Азовском море могут быть рассмотрены как потенциально опасные, способные при изменении физико-химических условий среды обогатить водные массы дополнительным количеством тяжелых металлов

Библиография

1. Характеристики загрязняющих веществ из раздела «II. Для водных объектов» «Перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды». Справочник. Пермь: изд-во ФГБУ УралНИИ «Экология», 2016. 296 с.
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии России от 24 февраля 2014 г. № 112 «Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов».

Изучение характера изменения содержания оксидов азота в воздухе г.Москвы в зависимости от метеорологических условий

Воробьева Е.М. (МГРИ, tigew79@gmail.com), Савушкина Е.Ю. (МГРИ, savushkinaey@mgri.ru)*

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы качества воздушной среды мегаполиса. Приведены результаты исследования зависимости содержания опасных соединений в атмосфере от метеорологических условий на примере изменения содержания оксидов азота в течение 2019 года в атмосферном воздухе г. Москвы. Найдена зависимость концентрации оксидов азота от количества атмосферных осадков.

Ключевые слова

Качество воздуха, мегаполис, оксиды азота, атмосферные осадки.

Теория

Условия проживания в городе, особенно в мегаполисе, значительно зависят от состояния воздушной среды. Негативное воздействие загрязненного воздуха проявляется в виде ухудшения здоровья, деградации растительного и животного мира, возникновения кислотных дождей, образования фитохимического смога и др. На содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе мегаполиса влияют метеорологические условия. Загрязнение может быть нейтрализовано за счет атмосферного переноса и в результате физических и химических изменений в атмосфере или может быть усилено в период застоя воздушных масс. На долю газов приходится более 90 % всех выбросов [2].

Информация о состоянии московского воздуха поступает с 56 автоматических станций контроля загрязнения атмосферы, метеорологических комплексов, из передвижных лабораторий и аналитической лаборатории. Они располагаются вблизи автотрасс, на жилых и природных территориях, а также на территориях, находящихся под влиянием промышленных предприятий [3]. На станциях измеряются концентрации основных загрязняющих веществ в столице: оксида азота, оксид углерода, диоксид серы, взвешенные частицы и диоксид азота. Данные сравниваются с предельно допустимой среднесуточной концентрации химического вещества в воздухе (ПДКсс). Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

Основным загрязнителем атмосферы в Москве является автотранспорт. На его долю относят около 90% загрязняющих выбросов. По данным Росприроднадзора суммарный объем выбросов от автотранспорта в 2019 году в Москве составил 334,4 тыс. тонн [3]. Наибольший вклад от всех выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города Москвы от стационарных источников приходится на предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды — тепловые электростанции. В составе выбросов автотранспорта и ТЭС присутствуют в том числе такие вредные вещества как оксид азота и диоксид серы. Причем на долю ТЭЦ и ДЭС (дизельных электростанций) приходится около 60% дымовых газовых выбросов (и в том числе оксидов азота) от общего поступления оксидов азота в атмосферу [2].

Оксид азота, химическая формула NO , относится к 3 классу опасности. Его ПДКсс составляет 0,06 мг/м³. Известен под названием «веселящий газ», так как в значительных количествах возбуждающе действует на нервную систему. Особо пагубных воздействий вдыхание этого газа не имеет, особенно в тех количествах, в которых находится на открытом воздухе, но при обычной температуре NO окисляется до NO_2 , который уже является вредным веществом [5]. Диоксид азота, химическая формула NO_2 , относится ко 2 классу опасности. Его ПДКсс составляет 0,04 мг/м³. Газ действует как острый раздражитель. При тех концентрациях, в которых присутствует в атмосфере потенциально связан с хроническими легочными заболеваниями, особенно у детей. Под воздействием солнечной радиации и при наличии несгоревших углеводородов окислы азота вступают в реакции с образованием фотохимического смога. Окислы азота часто объединяют в одну группу NO_x .

Окислы азота образуются при сгорании любых видов топлива. Приблизительно 95% годового выброса окислов азота в атмосферу — это результат сжигания ископаемого топлива и его производных: природного газа, угля, бензина или мазута. В процессе высокотемпературного сгорания происходят реакции двух типов: между кислородом воздуха и азотом в топливе (содержание азота в угле составляет около 1%, в нефти и природном газе — порядка 0,2–0,3%) и между кислородом и азотом, содержащимися в воздухе. При этом в атмосферный воздух поступает оксид азота NO , который в присутствии кислорода и озона трансформируется в диоксид азота NO_2 по схеме $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ [4].

Изменение содержания оксидов азота в атмосфере зависит, во-первых, от направления и скорости ветра, так как будучи газами переносятся с воздушными массами. Во-вторых, в атмосфере оксиды азота вступают в химическую реакцию с водяным паром и поэтому их содержание должно уменьшаться в период выпадения осадков. Задачей исследования было подтверждение связи осадков и количества оксидов азота в атмосферном воздухе г. Москвы.

В докладе Комплекса городского хозяйства города Москвы «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2019 году» приведены средние месячные концентрации по городу в течение года различных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Максимальная концентрация оксида азота наблюдалась в сентябре и ноябре 2019 года (0,43 и 0,41 доли ПДКсс соответственно), минимальные значения приходятся на февраль и на октябрь 2019 года (0,18 доли ПДКсс) [3]. Графики изменения этих величин в долях ПДКсс представлены на рисунке 1.

В течение 2019 года неоднократно отмечалось наличие приземных инверсий температуры (повышение температуры с высотой), временами с дымками и туманами. Подобные погодные условия способствуют застою воздушной массы и обычно приводят к повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха [1].

Зависимость содержания опасных соединений в атмосфере от метеорологических условий была рассмотрена на примере изменения содержания оксидов азота в течение 2019 года в атмосферном воздухе г. Москвы от количества атмосферных осадков.

В качестве характеристики метеорологических условий в Москве для этого сравнения изучено количество выпавших за месяц осадков в мм и количество дней с осадками (в виде дождя или снега в зависимости от времени года). Были построены графики изменения этих данных в течение года, они представлены на рисунке 2.

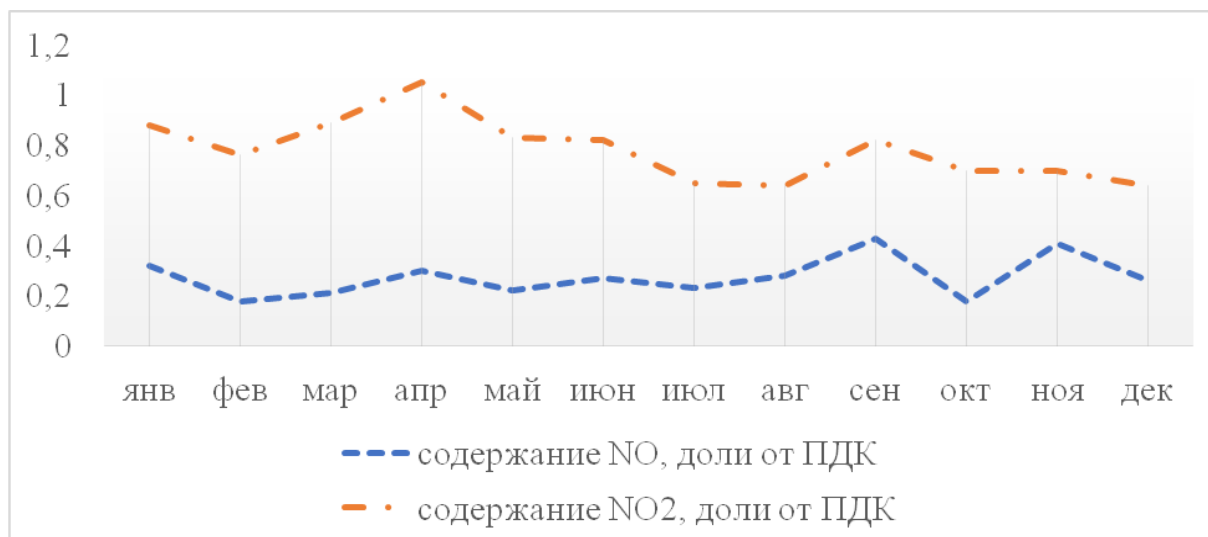


Рисунок 1. Графики изменения среднемесячного содержания оксидов азота за месяцы 2019 года

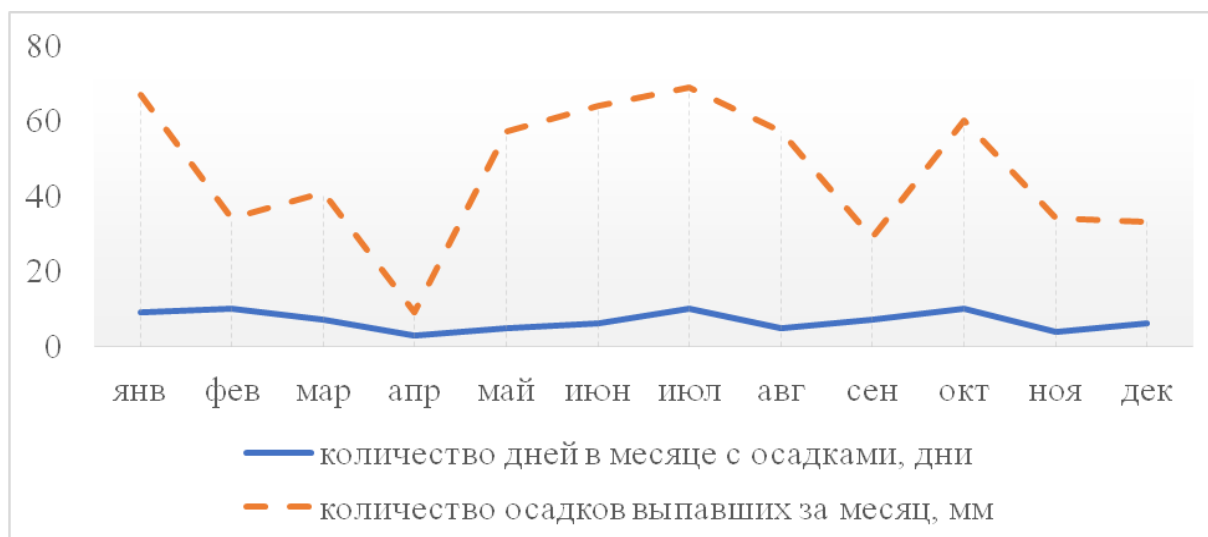


Рисунок 2. Графики изменения среднемесячного количества осадков и количества дней с осадками за месяцы 2019 года

Сравнение графиков на рисунках 1 и 2 позволяет сделать вывод, что содержание оксидов азота в атмосфере имеет обратную зависимость как от величины количества осадков, выпавших за месяц (в мм), так и от количества дней в месяце с осадками. Так, например, в феврале и октябре осадки наблюдались 10 дней и на эти месяцы приходятся минимальные содержания оксидов азота в атмосферном воздухе, а в сентябре и ноябре 2019 года осадки наблюдались 4 и 6 дней соответственно и содержание оксидов азота увеличивалось. Зависимость от количества выпавших осадков можно проиллюстрировать на примере апреля: на графике видно, что выпадение около 9 мм осадков повлияло на увеличение концентрации оксидов азота в атмосфере, такая же ситуация произошла в сентябре. В октябре произошла противоположное: большому количеству осадков (около 60 мм) соответствует низкая концентрация оксидов азота.

Обратная зависимость этих характеристик качества атмосферы также подтверждается рассчитанными коэффициентами корреляции между количеством дней с осадками и концентрацией NO и NO₂ и между количеством осадков и концентрацией NO и NO₂. Эти коэффициенты соответственно составили -0,5, -0,3, -0,3 и -0,4. Очевидна обратная корреляционная связь.

Выводы

На данном этапе исследования зависимости содержания опасных соединений в атмосфере от метеорологических условий на примере изменения содержания оксидов азота в течение 2019 года в атмосферном воздухе г. Москвы была найдена обратная связь концентрации оксидов азота и количества атмосферных осадков. Можно утверждать, что атмосферные осадки способствуют очищению атмосферного воздуха и благоприятно сказываются на экологической обстановке г. Москвы. В этой связи можно рекомендовать прогулки по городу на свежем воздухе после дождя. Также целесообразно рассмотрение в дальнейшем зависимости концентрации оксидов азота от других метеорологических условий, в том числе температуры и ветра.

Также следует отметить, что последствиями очищения воздуха за счет перехода газов в раствор является образование кислотных осадков. Их возникновение пагубно влияет на состояние растительности и некоторых зданий, и сооружений.

Библиография

1. Архив погоды в Москве. Сайт ООО «Расписание Погоды». — 2004-2021. [Электронный ресурс] — URL: [https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Москве_\(ВДНХ\)](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Москве_(ВДНХ)) (дата обращения: 27.02.2021).
2. Демьянцева, Е. А. Механизм образования и негативное влияние выбросов, содержащих оксиды азота / Е. А. Демьянцева, Е. А. Шваб, Е. О. Реховская. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 2 (136). — С. 231-234. — URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002/> (дата обращения: 27.02.2021).
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2019 году» /Под ред. А. О. Кульбачевского. — Москва, 2020. — 222 с. — URL: <https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/view/240948220/> (дата обращения: 27.02.2021).
4. Окислы азота и углеводороды - побочные продукты горения. Статья на сайте Геоглобус.ру - геолого-географическое и техно-экологическое обозрение [Электронный ресурс] — URL: http://www.geoglobus.ru/info/review08/air_pollution_05.php (дата обращения: 27.02.2021).
5. ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе [Электронный ресурс] — URL: <https://vozdyx.ru/article/pdk-vrednyx-veshhestv-v-atmosfernom-vozduxe/#2> (дата обращения: 27.02.2021).

**«Оценка антропогенного воздействия на травяные болота Московской Мещеры»
Горшкова А.С.* (Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе, lnok_97@bk.ru), Хлебосолова О.А.
(Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго
Орджоникидзе, o.hlebosolova@mail.ru)**

Аннотация

В статье рассматриваются особенности травяных болот Мещеры, естественные факторы из образования, формы антропогенного воздействия на заболоченные территории и их современное состояние. Особое внимание уделяется проблемам восстановления болот после мелиорации.

Ключевые слова

Травяные болота, растительность, Мещера, мелиорация

Теория

Болота являются неотъемлемой частью природы, рассматриваются как особые географические ландшафты и представляют собой одно из важнейших звеньев в цепи взаимосвязанных компонентов биосферы, выполняя важные средообразующие и биосферные функции, а также имеют огромное научное и экономическое значение.

Травяные болота — это виды болот, на которых преобладающим типом растительности является травянистая. Как правило, относятся они к низинному типу, поскольку необходимым условием для наличия густых зарослей травы является хорошее водно-минеральное питание [2].

Торфяные залежи на травяных болотах практически отсутствуют (слой торфа редко превышает метровую толщину), а потому добыча полезного ископаемого зачастую представляется нецелесообразной [2].

На территории Мещеры в последнее время наблюдается усиление роли хозяйственного использования болот и прилегающих к ним участков. Это приводит к нежелательным структурным переменам самих болотных массивов: меняются гидрологический и химический режимы, перестает накапливаться торфяная залежь и происходит ее разрушение, видоизменяется структура растительного покрова, идет смена фитоценозов и образуется вторичный растительный покров.

Для изучения состояния травяных болот Мещеры и характера её антропогенной трансформации в нашем исследовании была выбрана модельная территория, расположенная в пределах восточной части Московской области в междуречье Оки, Москвы и Клязьмы. С севера она ограничена р. Клязьмой и административной границей Московской области, а южная граница очерчивается реками Окой и Москвой. Западная граница проходит по территории г. Москвы (восточный и северо-восточный районы города примерно до долины р. Яузы). Восточный рубеж «обрезается» административной границей Московской области.

Территория представляет собой пологоволнистую аллювиально-зандровую равнину с локальными моренными образованиями и приурочена к доледниковым тектоническим прогибам. Преобладающие отрицательные тектонические движения положительно влияют на интенсивность и направление болотообразовательного процесса, изменяя уклоны поверхности болот, увеличивая степень их обводненности, интенсивность и направление стока, а, следовательно, и динамику растительного покрова.

В соответствии с выделенными типами болот и их распространением прослеживаются особенности растительного покрова. Современная растительность лесных эвтрофных болот на западе Подмосковной Мещеры представлена ольховыми, березовыми и смешанно-древесными сообществами, которые окаймляют крупные разнотравные эвтрофные массивы. Самые распространенные — это эвтрофные болота травяной группы: осоково-злаковые, осоково-разнотравные, осоково-гипновые, тростниково-осоковые, тростниково-разнотравные, разнотравные, злаково-камышовые, крупноосоково-манниковые, крупно-осоково-вейниковые, гипново-осоковые. Преобладающими в восточной части являются ольховые и березовые болотные массивы, а ивово-тростниковые, ивово-осоковые, ивово-разнотравные и осиново-разнотравные встречаются по всему району. Травяные и моховые группы представлены крупноосоковыми, осоково-разнотравными, осоково-полевицевыми, осоково-гипновыми сообществами.

Очагами заболачивания стало образовавшееся в результате деятельности ледника большое количество озер. Наибольшая заболоченность характерна для плоских и пологоволнистых пониженных участков, ложбин стока ледниковых вод, участков пойм и надпойменных террас, а наименее заболочены поверхности пологоувалистых и пологоволнистых территорий. Интенсивность торфонакопления определяется эрозионным процессом: в слабо затронутых эрозией ложбинах стока, на поверхности плоских участков водоразделов наблюдается значительная мощность торфа. Также на этот процесс и на физические свойства торфа влияют температурный режим, влажность и продолжительность вегетационного периода.

Причинами сильных изменений болотных ландшафтов и в том числе их растительного покрова, являются: проведение мелиоративных работ, добыча торфа и пожары на заболоченных, осушенных и выработанных территориях.

В Мещере осушаются преимущественно заболоченные участки под торфоразработками, сельскохозяйственные, лесные и луговые земли. По данным исследования, здесь нецелесообразно вести большие осушительные работы, так как отсутствуют удовлетворительные по качеству водоприемники; территория имеет низменно-равнинный характер, что приводит к значительному увеличению стоимости и трудоемкости технического осуществления; при понижении уровня грунтовых вод осушенные территории подвергаются мощнейшим пожарам, возникает необходимость искусственного орошения; почвы осушаемых эвтрофных болот малопродуктивны. Поэтому в современных экономических условиях нерентабельно проводить осушительные работы на новых территориях, а следует поддерживать в функциональном режиме уже осушенные площади.

К настоящему моменту на исследуемой территории добыча торфа ведется преимущественно фрезерным способом как самым экономичным на преобладающих торфяниках низинного типа. Промышленные запасы торфа в Мещере уже близки к

исчерпанию, что обусловлено давностью и интенсивностью выработки. В результате многолетних торфоразработок образовался фонд выработанных площадей, а многие торфопредприятия ведут добычу уже по окраинам месторождений. Рекультивационные работы проводятся с конца 60-х гг. XX в., но они затронули только небольшую часть территории. На сегодняшний день значительная часть торфяных карьеров — это старые, нерекультивированные участки, выработанные разными способами и находящиеся в зависимости от срока вывода из эксплуатации на разных стадиях восстановительной динамики растительного покрова.

На месте наиболее характерных для исследуемой территории не залесенных эвтрофных болот образовались сообщества смешанных сосново-березовых, мелколиственных березовых и хвойных сосновых лесов (рисунок 1), при полной замене травянистых болотных видов мезофильными. Эвтрофные осоковые болота в Шатурском районе превратились в злаково-осоковые и злаковые луговые сообщества.

Мезотрофные болота после осушения покрываются подростом березы, сосны и осины, сфагновые мхи сменяются зелеными, образуются березовые и сосновые леса. Это подтверждается наблюдениями Л.Е. Борзенок на участках в Балашихинском районе.

Олиготрофные болота меняются очень медленно, на них только через 5 - 10 лет начинают исчезать сфагновые мхи, клюква болотная (*Oxycoccus palustris*), росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*), шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) и некоторые виды осок. Появляются зеленые мхи, лишайники, некоторые быстро расселяющиеся травянистые растения: иван-чай узколистый (*Chamerion angustifolium*), луговик дернистый (*Deschampsia cespitosa*).

В целом, осушение привело к перераспределению площадей отдельных типов фитоценозов, изменению характера и структуры возобновления и трансформации флористического состава. К настоящему моменту сообщества уже вошли в относительно устойчивую стадию, а кое-где начался процесс вторичного заболачивания с образованием тростниково-осоковых и вейниково-осоковых болот.

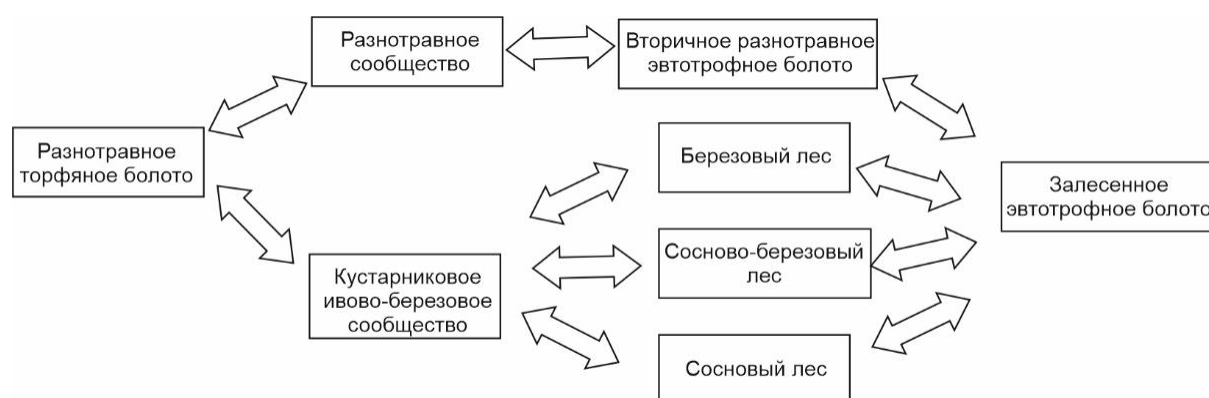


Рисунок 1. Схема изменения растительного покрова болот под влиянием осушительной мелиорации на территории Московской Мещеры [1].

Огромный ущерб болотам наносят пожары: в Мещере отмечены глубинные (когда происходит полное выгорание всей торфяной залежи) и поверхностные (сгорает только верхний слой торфа). Самые пожароопасные объекты — это осушенные или брошенные торфяники, которые легко возгораются и с трудом поддаются тушению. Негативное влияние пожара не ограничивается пространством болотного ландшафта,

под его воздействием оказываются значительные по площади районы, происходит задымление населенных пунктов.

В последние годы торфяные пожары стали происходить почти ежегодно, так как разрушена система мелиоративных объектов, отсутствуют возможности активного регулирования уровня грунтовых вод, не функционируют насосные станции, повсеместно отсутствуют научная и практическая базы земледелия на осушенных торфяных почвах, высокая стоимость оборудования, энергоносителей, ремонтных работ, а также юридические препятствия. В целях предупреждения пожаров необходимо проводить мониторинг торфяников и прилегающих территорий, разработать индивидуальные схемы сохранения воды в специальных резервуарах и возможно затопить выработанные торфяные карьеры с превращением их в болотные массивы [1].

Выводы

Основными формами антропогенного воздействия на исследуемые заболоченные земли являются: осушительная и лесосушительная мелиорации, добыча торфа и полезных ископаемых, пожары, сельское хозяйство, строительство и прокладка линейных сооружений, промышленные и бытовые загрязнения, рекреационное воздействие. В результате болота погибают или видоизменяются: меняется гидрологический режим, происходит коренная перестройка рельефа, перестает идти торфонакопление и разрушается торфяная залежь, исчезает почвенный покров, уничтожается или снижается биологическое разнообразие флоры и фауны, уменьшается продуктивность за счет изменения жизнестойкости и количественного соотношения видов, болотные ассоциации становятся более мезофильными.

Под воздействием осушительной мелиорации растительный покров преобладающих на исследуемой территории эвтрофных болот развивается в двух направлениях: при необратимом изменении гидрологического режима: не залесенные эвтрофные болота становятся ивово-березовыми разнотравными сообществами, где далее сформируются березовые, сосново-березовые или сосновые леса; если условия гидрологического режима кардинально не меняются, то не залесенные эвтрофные болота становятся разнотравными лугами и в дальнейшем заболачиваются, появляются тростниково-осоковые, тростниково-камышовые, вейниково-осоковые, вейниковые с березой белой сообщества, которые становятся залесенными.

Библиография

1. Борзенко Л.Е. Динамика растительного покрова болот Подмосковной Мещеры в процессе антропогенеза – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/dinamika-rastitelnogo-pokrova-bolot-podmoskovnoi-meshchery-v-protssesse-antropogenez-a>. Дата обращения: 13.02.2021
2. Травяные болота и их свойства – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://natura.ru/vodnye-resursy/bolota/travyanye-bolota.html>. Дата обращения: 24.02.2021
3. Способы осушения болот и последствия – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://natura.ru/vodnye-resursy/bolota/osushenie-bolot.html>. Дата обращения: 24.02.2021

Сравнительный анализ распределения минеральных фаз на поверхности листьев в зонах влияния алюминиевых заводов Сибири

Дорохова Л.А.* (ИГиП ДВО РАН, liubov.ad@yandex.ru), Юсупов Д.В. (ТПУ; АмГУ, yusupovd@mail.ru)

Аннотация

Приведены результаты сравнительного анализа распределения твердых компонентов выбросов Красноярского (КраАЗ), Братского (БрАЗ), Иркутского (ИркАЗ), Новокузнецкого (НкАЗ) и Саяногорского (САЗ) алюминиевых заводов. Элементный и минеральный состав микрочастиц на поверхности листьев тополя отражают специфику технологии алюминиевого производства. Зафиксированы техногенные минеральные частицы, содержащие фтор, на расстоянии до 8-10 км от алюминиевых заводов. Листья тополя являются природным планшетом, который позволяет оценивать состав вредных примесей в приземном слое атмосферного воздуха. Метод можно рекомендовать для биогеохимического мониторинга воздушной среды на промышленно урбанизированных территориях.

Ключевые слова

алюминиевые заводы, выбросы, минеральные фазы, SEM-EDS, листья тополя

Введение

Алюминиевая промышленность вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Производство первичного алюминия увеличивается во всем мире. В процессе электролитического получения алюминия на заводах в атмосферный воздух выбрасываются опасные компоненты [6]: взвешенные вещества, пыль, фтористый водород, сернистый ангидрид и др. Газообразные, аэрозольные и пылевые компоненты выбросов в атмосфере подвергаются существенным преобразованиям. Они переносятся по направлению господствующих ветров на значительные расстояния, вымываются осадками, выпадают под влиянием нисходящих потоков воздуха, трансформируются во вторичные минеральные образования. Важной составной частью управления экологической безопасностью промышленных производств является защита и предупреждение загрязнения окружающей среды, на основе исследования распределения компонентов выбросов в атмосфере, атмосферных осадках с использованием природных планшетов.

В настоящее время появляется все больше сведений о распределении компонентов выбросов в объектах окружающей среды в районах расположения алюминиевых заводов, по данным изучения снежного покрова приводится сравнительный анализ элементного состава и форм нахождения элементов в компонентах выбросов в районе расположения алюминиевых заводов Сибири [4].

Целью данной работы является установление минеральных форм нахождения элементов и их сравнительный анализ в компонентах выбросов алюминиевых заводов Сибири с использованием естественного сезонного природного планшета – листьев тополя.

Методика исследований

Объектом исследования служили листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.). Тополя повсеместно используются в озеленительных насаждениях в селитебных и промышленных зонах городов умеренного пояса. Листья тополя являются природным фильтром приземного атмосферного воздуха [3]. Благодаря большой площади листовой поверхности, особому морфологическому и анатомическому строению, листья тополя являются естественным сезонным биогеохимическим планшетом, на котором аккумулируются взвешенные микрочастицы и аэрозоли [3].

Листья тополя отбирали в период 2014-2017 гг. на территории городов с алюминиевой промышленностью: Красноярск (36 проб), Братск (35 проб), Шелехов (8 проб), Новокузнецк (33 пробы) и Саяногорск (21 проба). Эти города регулярно входят в «Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха» [1]. В Братске загрязнение воздуха на протяжении многих лет является наиболее высоким среди городов в Российской Федерации [6]. Пробы отбирали по регулярной сети 2 × 2 км. Листья не промывали водой, чтобы сохранить информацию о пылевой составляющей пробы.

Изучение элементного состава листьев тополя и определение размеров, морфологии частиц на их поверхности проводили с помощью растрового электронного микроскопа (REM) Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром (EDS) Bruker XFlash 5010. Пробы исследовали при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов (BSE). Давление в вакуумной камере составило от 50 до 100 Па. Минеральные частицы изучали рентгеноспектральным анализом (EDS) точечным способом, отдельные участки поверхности образцов картировали по заданному набору химических элементов.

Результаты и обсуждение

В России в алюминиевой промышленности доминирующим является производство Al с самообжигающимися анодами, или анодами Содерберга, на которых производится до 70% алюминия в стране. Электролизеры Содерберга имеют преимущество – низкую себестоимость производства алюминия, но при этом характеризуются большим объемом выделений токсичных соединений, главных образом, фтора и серы.

Криолит (Na_3AlF_6) является одним из главных составляющих электролизного расплава (83-85%) необходимого для получения первичного алюминия. Фторид кальция применяется в качестве добавки в криолитно-глиноземный расплав для снижения потери алюминия и температуры плавления. Отработанная футеровка, подача глинозема в электролизёр, открытые створки укрытий электролизеров, обработка электролизеров, транспортировка сгоревших анодов приводят к выбросам фторидов [5]. При эксплуатации электролизеров с поверхности анода происходит выделение газообразных сернистых соединений.

Твердые фториды образуются в процессе выделения из электролизных ванн паров электролита и уносятся с отходящими анодными газами. Другим источником образования твердых фторидов является механический унос загружаемых солей. Образование газообразных фтористых соединений определяется летучестью электролита и его компонентов. HF образуется в результате реакций взаимодействия

продуктов гидролиза структурной и поверхностной воды, находящихся в глиноземе, влаги воздуха в контакте с поверхностью ванны, а также реакций взаимодействия криолита и фтористого алюминия [5].

В результате SEM-EDS исследований па поверхности листьев тополя обнаружены минеральные фазы, отражающие специфику технологии производства (рис. 1): КрАЗ (1-4), БрАЗ (4-8), ИркАЗ (9-12) и НкАЗ (13-16). К ним относится фторид кальция; Na-Al-F-содержащие минеральные фазы, по составу близкие к криолиту; F-Al-содержащие частицы; вторичный фторид кальция в устьицах, по составу близкий к флюориту.

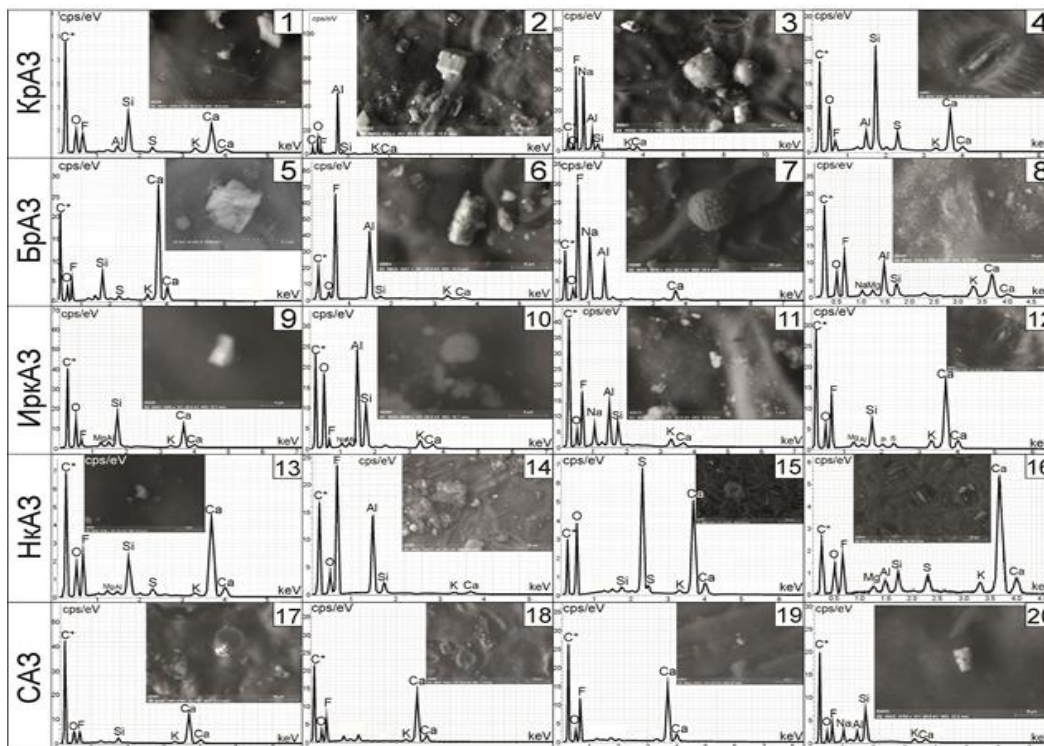


Рисунок 1. Минеральные фазы, обнаруженные на поверхности листьев тополя в зоне влияния: КрАЗ – Красноярского, БрАЗ – Братского, ИркАЗ – Иркутского, НкАЗ – Новокузнецкого, САЗ – Саяногорского алюминиевых заводов, 1, 5, 9, 13, 17, 18, 19 – минеральные фазы фторида кальция; 2, 6, 10, 14 – минеральные фазы фторида алюминия; 3, 7, 11, 20 – Na-Al-F-содержащие минеральные фазы, по составу близкая к криолиту; 4, 8, 12, 16 – устьице с фторидом кальция, по составу близкий к флюориту; 15 – устьице, замещенное сернистым ангидридом.

В зоне влияния НкАЗ на поверхности листьев тополя обнаружены устьица, замещенные сернистым ангидридом (рис. 1 (15)), который мог образоваться в результате последовательных реакций: 1) взаимодействия выбросов SO_2 с водой с образованием H_2SO_3 ; 2) взаимодействия H_2SO_3 с соединениями кальция, содержащимися в клеточном соке листа, с образованием $CaSO_3$; 3) окисления $CaSO_3$ с образованием $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ [2].

На Саяногорском алюминиевом заводе (САЗ) используется иная технология производства алюминия – обожженные аноды. В Саяногорске на поверхности листьев тополя зафиксировано меньшее количество и разнообразие специфических минеральных фаз. В зоне влияния САЗ обнаружены минеральные фазы фторида кальция (рис. 1 (17-19)) и в единичном случае Na-Al-F-содержащие минеральная фаза (рис. 1 (20)). Фторсодержащие минеральные частицы на поверхности листьев тополя в Новокузнецке и Саяногорске зафиксированы на расстоянии 10 и 8 км от алюминиевых заводов соответственно.

Выводы

В результате работы определены различия в составе твердых выбросов алюминиевых заводов в зависимости от применяемой технологии. Так, на территории большинства заводов обнаружены минеральные фазы фторида кальция, Na-Al-F-содержащие минеральные фазы, по составу близкие к криолиту, F-Al-содержащие частицы и вторичный фторид кальция в устьицах, по составу близкий к флюориту. Исключениями являются НкАЗ, в зоне влияния которого в устьицах найдены вторичные минеральные фазы гипса и отсутствуют частицы криолита; и САЗ, где на поверхности листьев обнаружены частицы фторида кальция и в единичных случаях Na-Al-F-содержащие минеральные фазы, по составу близкие к криолиту. В настоящее время полная технологическая очистка промышленных выбросов заводов с электролитическим производством алюминия невозможна, поэтому экранирующая роль древесных растений в улавливании и удалении токсичных веществ из приземного воздуха исключительно важна и незаменима. Листья *Populus balsamifera* L. служат природным планшетом, который несет информацию о компонентном составе выбросов алюминиевых заводов. Предлагается использовать листья древесной растительности, в частности тополей, в биогеохимическом мониторинге атмосферного воздуха на промышленно-урбанизированных территориях.

Библиография

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». – 2017. – С. 1-12.
2. Дорохова Л.А. Образование гипса в устьицах листьев *Populus balsamifera* L. в зоне влияния выбросов алюминиевого завода // Вопросы естествознания. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 85-89.
3. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листьев тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – №. 6. – С. 58-6.
4. Суходолов А.П., Янченко Н.И., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Сравнительный анализ распределения компонентов выбросов алюминиевых заводов Сибири // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 51-55.
5. Янченко Н.И. Управление экологической безопасностью промышленных производств на основе исследования распределения компонентов выбросов в атмосферных выпадениях: дисс. д-ра тех. наук. – Иркутск. – 2012. – 352 с.
6. Yanchenko N.I., Yaskina O.L., Yanyushkin S.A. Regularities of variations in the fluorine concentration in atmospheric precipitation near Bratsk // Atmospheric and Oceanic Optics. – 2014. – V. 6. – P. 543-546.

**«Необходимость введения методики оценки природоохранной эффективности
особо охраняемых природных территорий»**

**Дорош И.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе, ivandivan13@mail.ru),**

Аннотация

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) являются основным и наиболее эффективным инструментом для сохранения биологического разнообразия, а грамотная система управления и оценки эффективности являются определяющим фактором их развития.

Российская Федерация занимает одну из лидирующих позиций в мире по площади ООПТ. Но все применяемые методики оценки эффективности в области ООПТ, как правило, направлены на оценку эффективности управления, а не эффективности их главной функции – природоохранной деятельности.

В данной работе представлены аргументы в пользу необходимости введения методики М.С. Стишова, предложенной WWF России по оценке природоохранной ценности, значимости и эффективности отдельных ООПТ Российской Федерации, а также региональных систем ООПТ.

Ключевые слова

Особо охраняемые природные территории (ООПТ); биологическое разнообразие; оценка природоохранной ценности, значимости и эффективности отдельных ООПТ; оценка природоохранной эффективности региональных систем ООПТ.

Теория

Общая площадь особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Российской Федерации (РФ) по последним данным специалистов Всемирного фонда дикой природы (WWF) и «Росзаповедцентра», которые по запросу Минприроды РФ провели ревизию охраняемых территорий, составляет 255,6 млн га, составляя 13,5 % от общей площади РФ, в том числе 21,2 млн га морской акватории, что составляет 3% от площади территориальных вод и исключительной экономической зоны РФ [2]. Общее число составляет около 13 тысяч особо охраняемых природных территорий федерального, регионального и местного значения.

Основной целью создания ООПТ определенной в Федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 [3] является сохранение биологического, ландшафтного и историко-культурного разнообразия, а также уникальных, эталонных и типичных природных объектов и комплексов, улучшения состояния окружающей среды, экологического воспитания и образования. Для достижения данной цели на ООПТ возлагаются следующие задачи:

- 1) Обеспечение охраны природных территорий в целях сохранения биологического разнообразия и поддержания в естественном состоянии охраняемых природных комплексов и объектов;

- 2) Организация и проведение научных исследований;
- 3) Осуществление государственного экологического мониторинга;
- 4) Экологическое просвещение и развитие познавательного туризма;
- 5) Содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды [3].

Для проверки соответствия и выполнения возложенных задач на ООПТ, используются различные системы оценки эффективности, многие из которых находят применение в системе управления ООПТ, например, методика быстрой оценки эффективности и определения приоритетов управления системами охраняемых территорий, разработанную WWF [4] или универсальная методика оценки качества управления, разработанная экспертами Института Всемирного банка [8], однако все они направлены, как правило, на оценку непосредственно эффективности управления, а не выполнения ООПТ своей основной функции по защите и сохранению биологического разнообразия.

Мировой опыт доказывает эффективность подобных методик, они зарекомендовали себя, как важный инструмент для выявления недостатков в системе ООПТ отдельных зон или регионов, а также для планирования основной природоохранной деятельности на охраняемых территориях и принятия решений о финансировании затрат на содержание и развитие как отдельных ООПТ, так и целых систем в масштабах природных зон или регионов.

В связи с этим специалистом WWF России М.С. Стишовым была разработана методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем, которая была опробована на примере отдельных ООПТ и региональной системы ООПТ Алтайского края [1].

Данная методика разработана с учетом обширного международного опыта подобных исследований и направлена на оценку природоохранной эффективности ООПТ, их отдельных природоохранных функций и целых региональных систем, в том числе и перспективных, с целью определения необходимости возможностей и наиболее актуальных направлений оптимизации ООПТ, их региональных систем и управления ими [1].

Согласно данной методике, в рамках исследования отдельных ООПТ производится:

- 1) Оценка природоохранной ценности, текущей природоохранной эффективности и природоохранной значимости ООПТ;
- 2) Оценка потенциальных угроз и безопасности;
- 3) Оценка устойчивости к долговременным изменениям природной среды;
- 4) Оценка перспективной природоохранной эффективности.

Для фиксации результатов таких оценок разных лет и отслеживания динамики их изменения, возможно создание дополнительной главы в структуре Летописей природы

заповедника (основной научный документ заповедника, в котором сконцентрированы основные результаты наблюдений за природными процессами и явлениями) [6] (рисунок 1). Это может существенно улучшить процесс планирования направлений природоохранной деятельности и выявить преимущества и недостатки состояния отдельных ООПТ, а также перспективные меры для достижения максимальной природоохранной эффективности территории.

По совокупности оценочных данных делается комплексный расчет и оценка природоохранной эффективности региональных систем ООПТ, для этого необходимо:

- 1) Рассчитать суммарные показатели и провести сравнительный анализ индивидуальных оценок ООПТ региональной системы;
- 2) Произвести оценку полноты системы ООПТ, то есть ее репрезентативности в отношении природного (биологического и ландшафтного) разнообразия и ее достаточность для сохранения природных объектов, определяющих экологическую стабильность в регионе и играющих ключевые роли в поддержании естественного хода природных процессов ландшафтного и регионального уровней;
- 3) Оценить целостность (устойчивость) региональной системы;
- 4) Оценить природоохранную ценность, значимость и природоохранную эффективность региональной системы ООПТ.

Результаты данного исследования могут быть использованы в качестве дополнения к докладу «О состоянии и об охране окружающей среды» [5] (рисунок 1), что позволило бы: во-первых, накапливать данные для отслеживания динамики результатов оценки, а во-вторых, во многом бы упростило распределение государственного финансирования ООПТ.

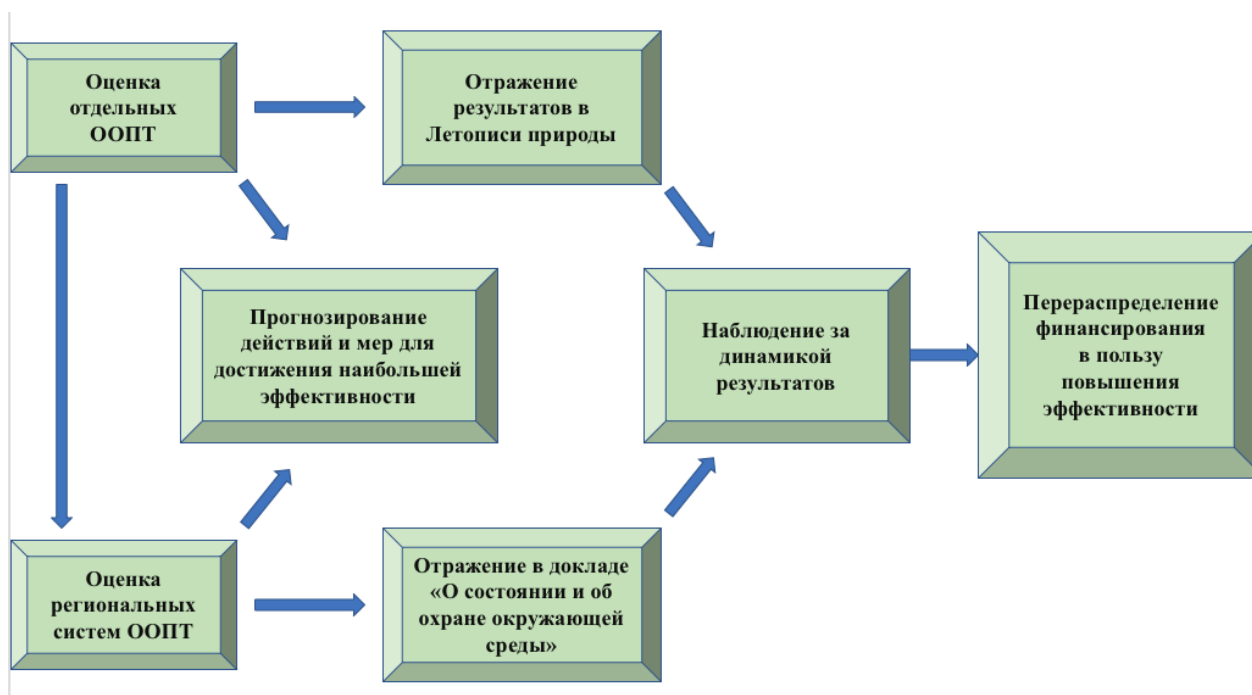


Рисунок 1. Схема применения результатов оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем.

Также методика направлена на оценку и прогноз территорий, перспективных для создания ООПТ, что позволит значительно ускорить процесс достижения цели увеличения площади ООПТ (17% территории сухопутных ООПТ и 10% морских), принятой на 10-й стран-сторон Конвенции о биологическом разнообразии (Нагойя, 2010) [7].

Выводы

Проведенное исследование показало, что для оценки эффективности ООПТ на территории РФ на сегодняшний день используются методики, направленные в основном на оценку эффективности управленческих аспектов ООПТ, но не главной их функции – природоохранной ценности и сохранения природного разнообразия. В связи с этим была, на основе обширного мирового опыта, была доказана необходимость введения методики оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем, разработанной специалистом WWF М.С. Стишовым. Благодаря данной методике возможна оценка природоохранной ценности, значимости и природоохранной эффективности отдельных ООПТ и региональных систем ООПТ, а также перспектив их деятельности для достижения максимально возможной эффективности. Также данная методика направлена на оценку и прогноз территорий, перспективных для создания ООПТ, что значительно ускорит достижение целей принятых на конференции стран-сторон Конвенции о биологическом разнообразии (Нагойя, 2010).

Библиография

1. Стишов М.С., Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. – М.: WWF России, 2012. – 284 с.
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/> / (дата обращения: 20.02.2021)
3. Федеральный закон от 14.03.1995 №33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/10107990/> / (дата обращения: 22.02.2021)
4. Методика быстрой оценки эффективности и определения приоритетов управления системами охраняемых территорий. WWF, 2002 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wwf.ru/data/reserves/est-oopt-1.doc> (дата обращения 22.02.2021)
5. Государственный ежегодный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды», 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения 22.02.2021)
6. Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата. Материалы II Международной научной конференции в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике 10–14 августа 2020 г. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2020. 218 с.
7. Vavrek, R.. “Efficiency and inefficiency of public administration.” *Journal of Economic Development, Environment and People* 7 (2018): 6-14.

Оценка состояния водоемов с различной рекреационной нагрузкой
Захряпина Т.М. (МГРИ, zakhriapina.bk@mail.ru),*
Савушкина Е.Ю. (МГРИ, savushkinaey@mgri.ru)

Аннотация

Работа посвящена экологическим проблемам рекреационных территорий и акваторий. Объектами исследования являются два небольших водоема в Московской области, которые используются в качестве мест отдыха населением прилегающих территорий. Дано описание состояния прибрежных областей, оценено качество воды по результатам биоиндикационных исследований и предложены меры для защиты экосистем данных водоемов.

Ключевые слова

Рекреация, экосистема, экологический мониторинг, биоиндикация.

Теория

Среди небольших населенных пунктов и дачных хозяйств очень ценится наличие вблизи водных объектов. Под водным объектом в соответствии с Водным кодексом РФ подразумевается природный или искусственно созданный водоем или иной другой объект, имеющий постоянное или временное скопление вод, а также выраженные признаки и формы водного режима [1]. При большой площади акватории и отсутствии сосредоточения множества растений, как на берегах, так и в самом водоеме, водный объект с большой вероятностью будет использоваться в качестве места отдыха и являться ценным рекреационным ресурсом.

Основные проблемы на рекреационных территориях и акваториях связаны с заметным истощением почвенного покрова, уничтожением отдельных видов растений на локальных территориях, а также с накоплением бытовых отходов [2]. Все это происходит из-за разделения рекреационной деятельности на организованную и неорганизованную, или же самостоятельную форму. Неорганизованная рекреация в значительной мере будет превышать негативные последствия для окружающей среды [4]. Это обусловлено отсутствием каких-либо мер для ограничения и мониторинга воздействия отдыхающих, а также халатностью со стороны самих рекреантов. Водные объекты подвергаются сильной рекреационной нагрузке – это, например, создание «диких» пляжей, в наиболее удобных с точки зрения отдыхающих местах. На таких пляжах зафиксировано нарушение почвенной подстилки, а также скопление бытового мусора. Нарушение береговых экосистем влияет на состояние водоемов, особенно их прибрежной части.

В ходе работы изучено два пруда в Каширском районе Московской области, где в течении 4 лет велись наблюдения за состоянием прибрежных территорий. Наблюдения показали, что в результате неконтролируемой рекреационной деятельности прибрежная область прудов значительно изменилась. Для оценки качества воды в водоемах в ходе рекреационной деятельности использовались растения-индикаторы. Биоиндикационные исследования проводились путем определения количества и состояния рогоза и ряски на каждом водоеме [3]. Ниже представлены основные результаты исследования и их анализ.

Один из изучаемых прудов, названный местными жителями Большим, является проточным и расположен вблизи реки Сирины. Площадь его акватории 46,8 км², максимальная ширина 120 м. Схема взаиморасположения Большого пруда и населенных пунктов приведена на рисунке 1.

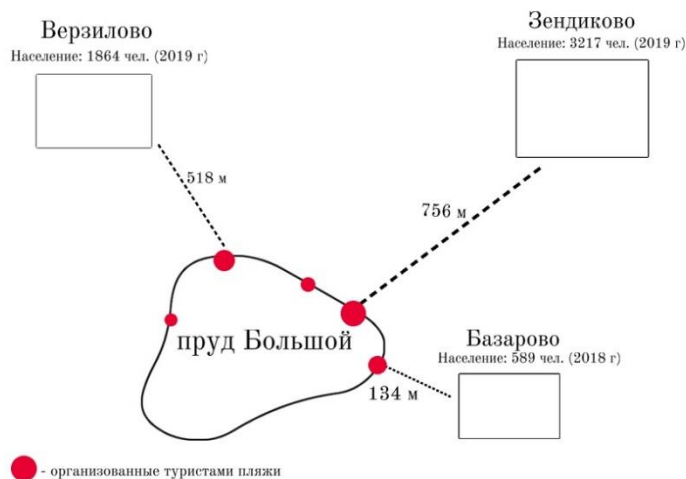


Рисунок 1. Схема расположения Большого пруда относительно населенных пунктов

У Большого пруда существует 5 пляжей. Максимальное количество рекреантов отмечается в июле-августе и составляет около 75 местных жителей и 40-50 приезжих отдыхающих в день.

Большой пруд за время исследования постепенно покрылся ряской. Были выбраны 4 участка 1 м², где происходил приблизительный подсчет всех щитков ряски, а затем высчитывался процент поврежденных щитков [3]. По ее визуальноему исследованию было выявлено состояние воды: количество темных, бурых и чёрных частичек около 30-35 % свидетельствовало о плохом качестве воды, содержащим вредные химические элементы.

В акватории Большого пруда помимо купания, весьма популярен отдых с использованием автоторных лодок, что оказывает отрицательное воздействие на прибрежные и мелководные комплексы. В том числе увеличивается вероятность попадания нефтепродуктов в воду, растет и количество продуктов жизнедеятельности туристов на побережьях. Весной 2020 года местными жителями были предприняты меры, по очищению прибрежной территории от мусора, а также была огорожена проселочная дорога забором-рабицей для пресечения въезда туристов на машинах. В связи с этим привоз лодок стал невозможен. Осенью того же года уже был замечен результат: возросло количество птиц, ранее боявшихся шума моторов, а по словам местных рыбаков-любителей перестала гибнуть рыба, в то время как еще в 2019 году в застоявшихся участках пруда можно было наблюдать останки рыб и грязи.

Второй изучаемый пруд – Малый, появился около 20 лет назад в результате затопления заброшенного карьера по добычи песка. С прекращением откачек подземные воды в течении 2,5 недель заполнили чашу карьера. Площадь акватории на момент написания статьи составляет 22,3 км², однако с каждым годом пруд мелеет и уменьшается в размерах из-за строительства рядом с ним дачного хозяйства и выкачивания всё большего количества подземных вод, питающих пруд, из колодцев.

Схема взаиморасположения Малого пруда и населенных пунктов приведена на рисунке 2.

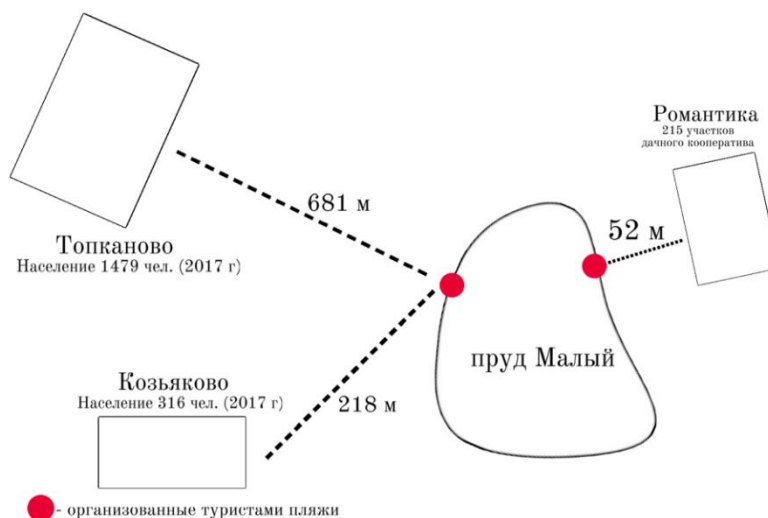


Рисунок 2. Схема расположения Малого пруда относительно населенных пунктов

Усредненная максимальная нагрузка на два самых посещаемых пляжа Малого пруда максимально возрастает также в июле-августе и достигает 40 человек местных жителей и около 25 приезжих на машинах в день, в выходные дни данный показатель может увеличиваться вдвое. За летний период прибрежные территории заметно загрязнены бытовыми отходами, видны остатки костров, вырублены деревья и сломаны ветки для расширения зоны пляжа. В последний год изучения полностью исчезли караси и верхоплавки. Увеличилось количество водорослей, дно обмелело и покрылось слоем ила.

За весь период изучения на акватории Малого пруда количество рогоза увеличилось в 2,3 раза: каждый год брались три участка по 1 м², где подсчитывалось общее число растений. В 2017 году растений было 3-5, в 2018 – около 6, за 2019 стало до 8 стволов рогоза, в 2020 году количество оставалось на том же уровне. В качестве оценки были взяты округленные показатели по всем трем участкам. Таким образом, рекреационная деятельность на их территории сократилась из-за ухудшения аттрактивности местности. В связи с этим, в последний год изучения качество воды значительно улучшилось, цвет – прозрачный, мутность отсутствует.

В соответствие со Статьей 65 Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос. Для изучаемых объектов водоохранной зоной считается территория, примыкающая к береговой линии пруда, где должен устанавливаться особый режим проведения хозяйственной или иной другой деятельности человека. Ширина водоохранной зоны озера и водохранилища устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока [1]. Длина р.Сириньи менее 10 км,

таким образом, ширина водоохраных зон обоих изучаемых прудов составляет 50 м. В Территории в пределах этих зон в первую очередь должны быть защищены от негативных воздействий.

Выводы

Для защиты экосистем небольших прудов вблизи населенных пунктов предложено:

оптимизировать и более детально проработать программу развития рекреационной деятельности в небольших населенных пунктах;

обеспечить качественный мониторинг за природно-рекреационными ресурсами территорий для получения актуальных статистических данных о воздействии рекреационной деятельности на окружающую среду и предотвращения негативных последствий; публиковать результаты мониторинга, доводить их до сведения населения, использующего пруды в рекреационных целях;

установить меры ответственности за нарушения в сфере рекреационной деятельности в первую очередь для местных органов власти, осуществляющих недолжным образом мониторинг территорий, повысить санкционные меры за нарушение норм использования природных ресурсов, а также назначить сумму штрафа для физических лиц.

Библиография

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/cdec16ec747f11f3a7a39c7303d03373e0ef91c4/ (дата обращения 28.02.21)
2. Воротилина Н. В., Орешкова Т. А., Махрова М. Л., Денисова О. О. Рекреационная нагрузка, ее влияние на природную среду (на примере природного объекта «Ивановские озера») // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 3. С. 32–35. [Текст] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekreatsionnaya-nagruzka-ee-vliyanie-na-prirodnuyu-sredu-na-primere-prirodnogo-obekta-ivanovskie-ozera/viewer> (дата обращения 28.02.21)
3. Методы биоиндикации: учебно-методическое пособие / М.Н. Мукминов, Э.А. Шуралев. // Казань: Казанский университет, – 2011. – 48с. [Текст] – URL: https://kpfu.ru/docs/F1940195625/shuralevmukminov_bioindicationmethods_162.pdf (дата обращения 28.02.21)
4. Прудникова М.В., Выводцев Н.В. Проблема неорганизованного рекреационного лесопользования в городских поселениях [Текст] // ЭНИ «Ученые заметки ТОГУ». – 2015. – Том 6. – №2 . – С. 144-147. – URL: https://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_88.pdf3 (дата обращения 28.02.21)

**Обзор современных устройств локализации расплава на атомных станциях
Зубихин Н.В.* (студент группы ТБ-17, МГРИ, nikitazubikhin9@gmail.com),
научный руководитель Иборатшоев Р.Д. (МГРИ, iboratshoevrd@mgri.ru)**

Аннотация

Система безопасности современных АЭС строится на принципе глубокоэшелонированной защиты и состоит из мощных барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду. В докладе проведен обзор концепций современных отечественных и зарубежных средств управления последствиями запроектных аварий, обеспечивающих локализацию радиоактивных веществ в пределах гермооболочки.

Ключевые слова

Атомная электростанция, АЭС, система безопасности, ловушка расплава, кориум.

Теория

Одним из основных технических средств управления тяжелыми запроектными авариями на атомных электростанциях является устройство локализации расплава (УЛР или “ловушка расплава”) активной зоны, которое предназначено для локализации тяжелой запроектной аварии и должно обеспечить прием, размещение и охлаждение расплава активной зоны (кориума) в ограниченном пространстве под корпусом реактора. Безопасность достигается путём исключения выхода радиоактивных материалов за пределы УЛР, чем обеспечивается исключение повреждения системы герметичного ограждения зоны локализации аварий.

УЛР удерживает расплав и фрагменты разрушенной активной зоны, части корпуса реактора и внутрикорпусных устройств. Локализация и охлаждение расплава осуществляется в пределах подреакторного помещения бетонной шахты неограниченное время. В течение первых суток после аварии в условиях обесточивания АЭС охлаждение расплава обеспечивается при отсутствии дополнительной подпитки охлаждающей воды извне герметичной оболочки.

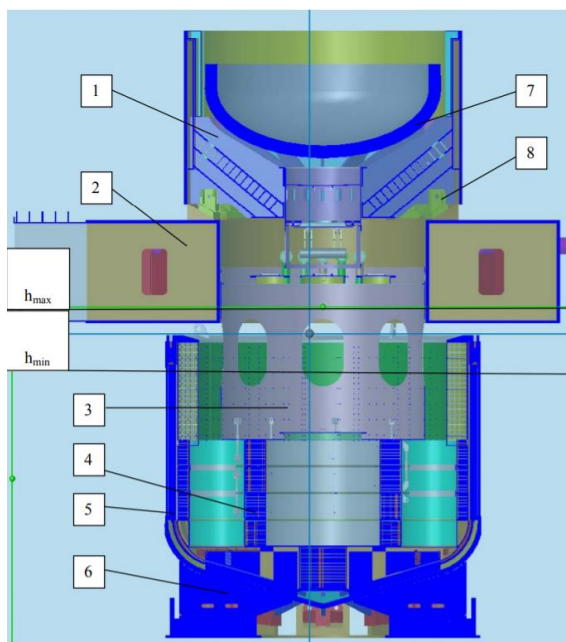
Основные функции УЛР:

- прием и размещение в своем объеме расплава и твердых фрагментов активной зоны и конструкционных материалов реактора;
- устойчивая передача тепла от расплава к охлаждающей воде;
- удерживание днища корпуса реактора с расплавом при его отрыве или пластическом деформировании до момента выхода расплава из днища корпуса реактора;
- предотвращение выхода расплава за установленные границы зоны локализации;
- обеспечение подачи воды в бетонную шахту и отвод пара из бетонной шахты;
- обеспечение минимального выноса радиоактивных веществ в пространство герметичной оболочки.

Отечественные технологии УЛР.

Расплав кориума после проплавления корпуса реактора попадает на нижнюю плиту, которая установлена на ферму-консоль и является направляющим аппаратом, обеспечивая поступление расплава на площадку обслуживания (рис.1). Далее, расплав, прожигая площадку обслуживания, попадает внутрь корпуса УЛР, где вступает во взаимодействие со специальным наполнителем, постепенно разогревая корпус УЛР. Образовавшийся расплав начинает разрушать тепловую защиту фланца корпуса и разогревать излучением ферму-консоль. Для охлаждения наружной поверхности корпуса УЛР используется вода из приемка защитной оболочки, поступающая туда в результате истечения из первого контура, при этом в приемок через течь первого контура, помимо содержимого трубопроводов ГЦК, поступает вода из гидроаккумуляторов. Суммарный объем воды в приемке и на полу гермооболочки составляет более 1500 м³.

Рисунок 1. Устройство УЛР: 1 - нижняя плита; 2 - ферма-консоль; 3 - площадка



обслуживания; 4 – наполнитель; 5 – корпус УЛР; 6 - опора корпуса УЛР; 7 - корпус реактора; 8 - опора нижней плиты.

После попадания кориума в УЛР температура стенок корпуса УЛР снаружи охлаждаемых водой, постепенно повышается, вода нагревается и начинает кипеть. Пароводяная смесь эвакуируется по паросбросным каналам. Образующийся пар возвращается в гермозону выше отметки расположения выходных отверстий паросбросных каналов, что обеспечивает беспрепятственный выход пара из УЛР. Образующийся пар постепенно конденсируется на холодных поверхностях конструкций гермооболочки и собирается в приемок.

Зарубежная концепция УЛР.

Подреакторное помещение большой площади, на дне расположена система водоохлаждения и сплинкерной системой орошения расплава водой. После прожига расплавом корпуса реактора, он поступает в предловушку, а после по наклонной поверхности попадает в помещение растекания и впоследствии, по концепции ловушки, растекается по помещению тонким слоем и кристаллизуется.

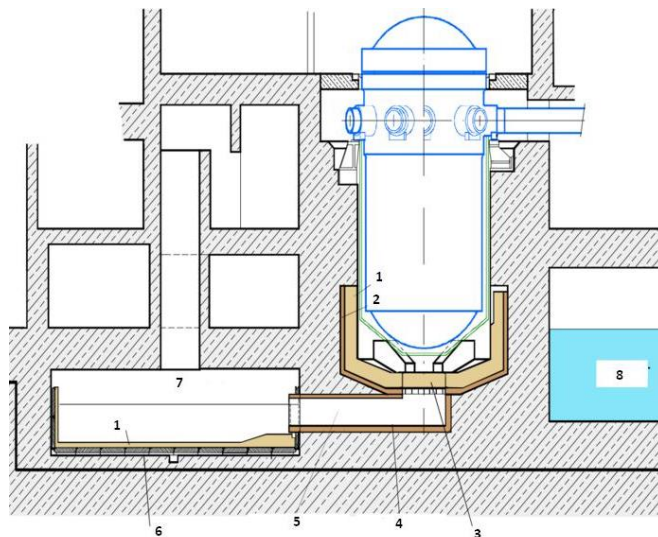


Рисунок 2. Принципиальная схема устройство удержания кориума на АЭС с реактором типа Evolutionary Power Reactor (EPR): 1 - жертвенный материал; 2 - защитный корпус; 3 - плавкая заглушка; 4 - защитный слой; 5 - канал стока кориума; 6 - улавливатель кориума; 7 - зона разброса; 8 - бассейн-хранилище под защитной оболочкой ядерного реактора.

Обе технологии, и отечественная и зарубежная, требуют огромных финансовых затрат и увеличения длительности строительных и монтажных работ на АЭС. Работы по монтажу отечественной ловушки расплава обходятся примерно в 300 млн. рублей (для энергоблока № 1 Ленинградской АЭС-2). Стоимость зарубежных аналогов УЛР обходится значительно дороже. Общая стоимость систем безопасности, предотвращающих радиоактивное воздействие на население и окружающую среду при самых неблагоприятных условиях (падение тяжелого самолета, землетрясение, цунами, взрывная волна), составляет около 40% от общей стоимости сооружения АЭС.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ основных параметров и характеристик отечественных и зарубежных УЛР.

Таблица 1
Сравнительный анализ технологий

№	Параметры	Отечественная УЛР	Зарубежная УЛР
1.	Площадь	170 м ²	180 м ²
2.	Конструкция	Конусообразная металлическая конструкция	Металлическая + бетон
3.	Вес конструкции	~ 750 т	~ 500 т
4.	Жертвенный материал	Оксиды железа и алюминия с небольшой добавкой оксида кадолиния, сульфат марганца ($Mg_2SO_3, MgCO_3$)	Оксид железа (в виде железной руды), диоксид кремния (в виде гальки в качестве вяжущего)

		качестве вяжущего материала)	материала), доломит и известняк
5.	Объем жертвенного материала	200 т	200 – 300 т
6.	Объём воды	1500 м ³	800 – 1500 м ³
7.	Время охлаждения	24 часа	От 3 до 24 часов
8.	Результирующее значение	80 кВт/м ²	Около 150 кВт/м ²

Выводы

Система безопасности является неотъемлемой частью функционирования атомной станции, в частности энергоблока. Две приведённые технологии по своему замыслу одинаковы, они предназначены для защиты и предотвращения катастрофы. Но принцип действия этих “ловушек” отличается: отечественная технология УЛР представляет собой конусообразную металлическую конструкцию - корпус под днищем реактора, тогда как ловушка зарубежного образца – это целое корпусное помещение очень схожее с бассейном. Из-за разного принципа работы, разнятся такие параметрами, как площадь постройки, материалы и их объём.

Библиография

1. Безопасность российских АЭС. Официальный сайт Госкорпорации «Росатом». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosatom.ru/about-nuclear-industry/safety-russian-npp/> (дата доступа: 27.02.2021).
2. Горунев А.А., Райцын В.Г. Устройство локализации расплава для АЭС с ВВЭР-1200. Островецкая АЭС / Материалы 74-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях»/. - Минск : БНТУ, 2016. - с. 38-42.
3. Сидоров И.А. Устройство локализации расплава для АЭС с ВВЭР-1200 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/mntk2011/documents/mntk2011-070.pdf> (дата доступа: 27.02.2021).
4. Status report 78 - The Evolutionary Power Reactor (EPR). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aris.iaea.org/PDF/EPR.pdf> (дата доступа: 27.02.2021).

*Оценка экологического состояния окружающей среды при разработке нефтяных месторождений Нигерии на основе данных мониторинга
Ибех Нмеча У.* (РУДН, udosulibe1@gmail.com)*

Аннотация

Нигерия —перспективный с точки зрения разработки нефтяных месторождений регион. Перспективы роста и развития неразрывно связаны с рисками природно-техногенных катастроф, особенно это актуально для развивающихся стран, к которым относится и Нигерия. В данной статье рассматриваются основные особенности группы месторождений Нигерии, экологические проблемы, возникающие при разработке данных месторождений, а также способы оценки влияния нефтяных разработок на состояние окружающей среды на основе мониторинга, в том числе геодинамического. Отдельное внимание уделяется мониторингу с применением спутниковых данных.

Ключевые слова

Разработка нефтяных месторождений, Нигерия, геодинамический мониторинг, GIS, экологические проблемы

Теория

Основные особенности группы месторождений Нигерии.

Нигерия стала ведущим производителем нефти в Африке: на одном только месторождении Дельта Нигера (Niger Delta) объем добычи достигает 2 миллионов баррелей в день, и по оценкам экспертов в 2012 году 38 миллиардов баррелей сырой нефти было локализовано под дельтой. В числе крупнейших нефтеперерабатывающих компаний в этом регионе входят Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd, Total, ExxonMobil, Chevron, ведущие свою деятельность в форме совместного предприятия. Необходимо отметить, что первые разработки в этом регионе начались в 50-х годах прошлого века. В то время, вследствие исторических условий, Нигерия не обладала необходимыми ресурсами для самостоятельной разработки месторождений, таким образом, существовала необходимость привлечения транснациональных корпораций, предоставивших Нигерии технологические и финансовые ресурсы для добычи нефти.

Месторождение Дельта Нигера, или Поле Дельта (Delta Field) расположено в устье реки Нигер (рис. 1). Строительство скважины Delta 1 было завершено в 1965 году, а в 1968 году месторождение Delta было открыто для добычи. Дельта Нигера —это дельта, расположенная на континентальной окраине Гвинейского залива и сформировавшаяся в палеогене. Дельта питается стоками из реки Нигер, имеющей девятую по величине площадь дренажа в мире и третью по величине в Африке на 2,23 млн.км². Размер дельты составляет 75000 км² и достигает максимальной глубины 12 км в центре бассейна [6]. Нефть и газ преимущественно извлекаются из третичной нефтяной системы Аката-Агбада и направляются туда из структурных ловушек. По всему региону нефть и газ преимущественно извлекаются из пласта Агбада.

Пласт содержит наиболее экономически эксплуатируемые углеводороды в регионе. По состоянию на 2018 год на месторождении Дельта пробурено 37 скважин (14

вертикальных и 23 искривлённых), большинство из которых пробурены до основания пласта Агбада; 12 скважин находятся на востоке разлома, а остальные 25 - на западе.

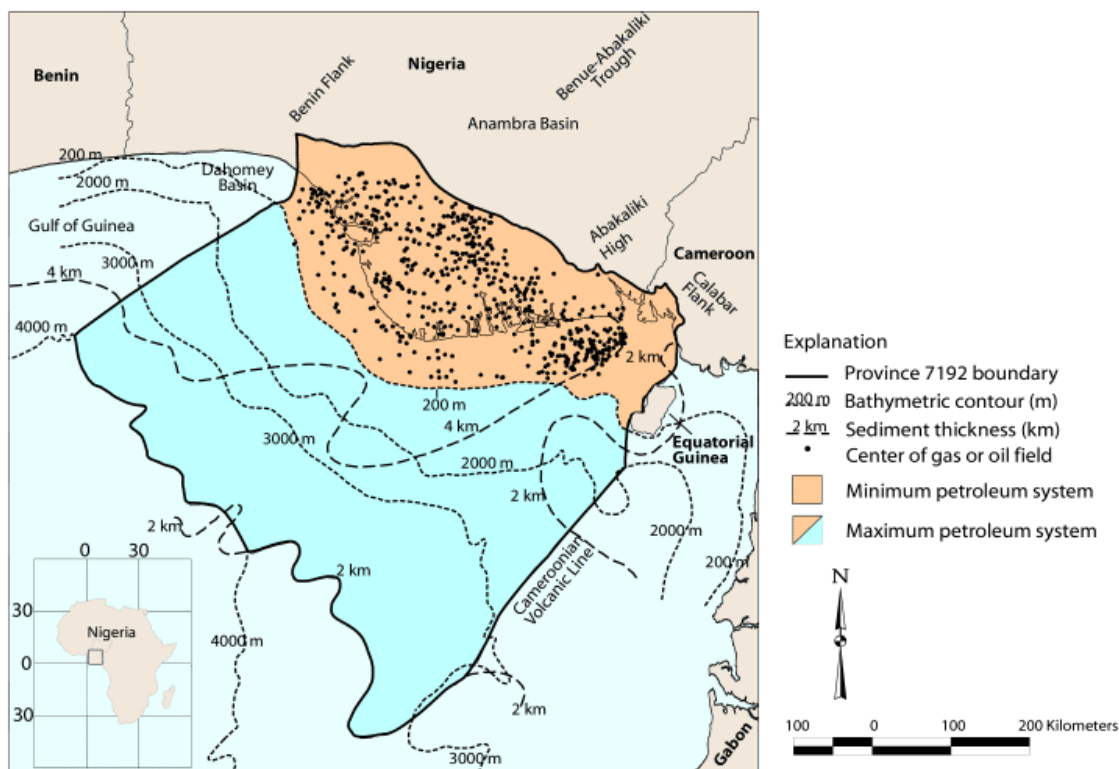


Рисунок 1. Дельта Нигера, расположенная на материковой окраине Гвинейского залива экваториально Западной Африки [7]

Экологические проблемы при разработке месторождений

Среди крупнейших катастроф, повлиявших на экологическое состояние региона, следует выделить сброс токсичных отходов в деревне Коко, штат Дельта, случившийся в 1987 году. Уже через год был принят декрет о вредных отходах, предшествующий созданию Федерального агентства по охране окружающей среды (ФЕРА). И вновь Позднее Агентство вошло в состав федерального министерства окружающей среды. Перед Агентством стояли не только задачи контроля состояния окружающей среды, но также и решение проблем управления и эксплуатации ресурсов страны. До создания ФЕРА окружающая среда Нигерия была плохо подготовлена к решению серьёзных экологических проблем. Правовые и административные меры в основном охватывали защитные и превентивные меры, такие как охрана окружающей среды наряду с осуществлением предупреждающих и чрезвычайных мер для уменьшения потенциального ущерба в случае стихийных бедствий [1].

К проблемам, возникающим непосредственно при разработке месторождения Дельта Нигера, относится загрязнение воды, особенно пресной. Экологическое состояние региона Гвинейского залива, где добывается сырая нефть, повлияло на естественные процессы рассеивания нефти, что привело к уничтожению биологических ресурсов в территориальных водах Нигерии [4]. Наибольшие трудности возникают с повреждёнными трубопроводами. Так, например в 2008 и 2009 годах произошли два инцидента с массовыми разливами нефти из Транснигерского трубопровода, которые опустошили береговую линию Бодо, уничтожив все живое в реке: пострадавшим лицам была выплачена компенсация, поскольку члены общины Бодо подали иск против Shell в

2012 году. В 2015 году эти лица получили от компании компенсацию в порядке внесудебного урегулирования [1].

Оценка влияния нефтяных разработок на состояние окружающей среды на основе геомониторинга

В связи с горно-геологическими особенностями месторождений региона и рассмотренных экологических проблем становится очевидным, что необходимо предпринимать превентивные меры. Одно из направлений контроля изменения состояния окружающей среды и земной поверхности в результате нефтяных разработок – геомониторинг.

Геодинамический мониторинг – система постоянных и/или непрерывных наблюдений, анализа и прогноза современного геодинамического состояния геологической среды, проводимая в рамках заданного регламента в пределах рассматриваемой природно-технической системы [2]. По мнению множества исследователей к особенностям геодинамического мониторинга относятся: комплексный характер применения методов и создание систем наблюдений; необходимость точного расчёта при размещении измерительных комплексов с повышенной пространственно-временной детальностью наблюдений особенно в районах сосредоточения техногенной нагрузки различного типа; разработка многофункциональной иерархической системы мониторинга.

Важно упомянуть о мониторинге с применением спутниковых данных (GIS). Географические информационные системы – полифункциональные системы, в которых ведётся активная работа со всеми типами географических данных. В этих системах данные можно использовать, хранить, обновлять и представлять в виде карт. Главная цель создания и использования подобных систем заключается в возможности развития базы цифровых географических данных. Важность использования систем GIS в геодинамическом мониторинге подтверждена многочисленными исследованиями [3], даже при условии того, что создание единой базы данных требует анализа неоднородных и зависящих от фактора времени данных из различных источников, в том числе различных дисциплин, что может представлять дополнительные трудности.

Отличный пример – использование программного обеспечения SAPROZ, используемого для получения информации о деформациях земной поверхности с помощью многоступенчатого анализа оценки атмосферных сегментов (APS). Разберём пример использования такой технологии для оценки смещения поверхности и разработки сценариев деформации для района Аква-Ибом, расположенного на юге Нигерии.

1 этап (рис. 2) – обработка данных SLC. На этом этапе происходит отбор массива данных, получение входных изображений стека Sentinel 1A, 1B, извлечение мастер-изображений по параметру Coregistration.

2 этап – обработка данных объекта. Здесь создаётся карта отражательной способности, по которой можно узнать об индексе стабильности амплитуды, создаётся маска для выделения разреженных точек, происходит выбор внешней матрицы высот, а также GPC.

3 этап — обработка InSAR по параметрам; уже на этом этапе можно увидеть полный график, по результатам обработки интерферограмм, дается оценка когерентности, создаётся карта когерентности.

4 этап — обработка мультиизображений InSAR. На этом этапе выполняется обработка APS — выбор разреженных точек, расчет индекса стабильности амплитуды, оценка состояния массива, построение тестового атмосферного фазового экрана.

5 этап — многокомпонентный анализ, получение финального результата, позволяющего оценить смещения и деформации земной поверхности, выполнить прогноз их развития (рис. 2).

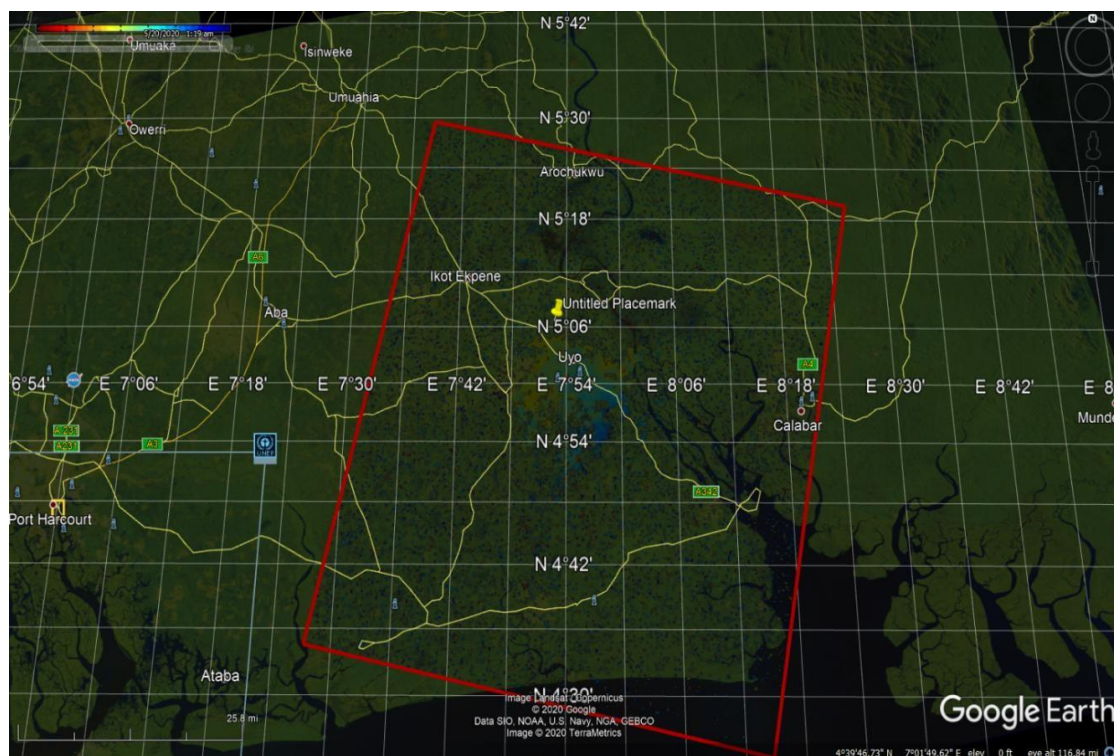


Рисунок 2. Результат обработки снимка района Аква-Ибом с использованием программного обеспечения SAPROZ

По результатам создания комплексной системы геодинамического мониторинга выполняется районирования территорий по степени сейсмодиформационного риска, что обеспечит большую безопасность разработки месторождений, это особенно актуально для региона, в котором расположено месторождение Дельта Нигера [2]. К тому же появляется возможность осуществлять прогнозы землетрясений различного характера, в том числе долго- и среднесрочные, что поможет разрабатывать рекомендации для минимизации ущерба от потенциальных природно-техногенных катастроф.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод, что Нигерия, являясь развивающейся экономикой с хорошим потенциалом в нефтепроизводстве, рискует столкнуться с серьезными рисками экологических катастроф. Это связано с тем, что на настоящий момент не уделяется должного внимания осуществлению геодинамического

мониторинга в Нигерии, что могло бы облегчить прогнозирование катастроф и уменьшить возможные убытки от них.

Библиография

1. Achunike O. Social impacts of oil extraction in the Niger Delta region, NIGERIA. – 2020.
2. Alaminiokuma G. I., Omigie J. I. Anisotropic properties of the near-surface in South-Western Niger Delta: Implications on geotechnical constructions //Journal of Geology and Mining Research. – 2020. – Т. 12. – №. 1. – С. 1-12.
3. Alaminiokuma G. I., Ofuyah W. N. Time-lapse Seismic Acquisition in the Niger Delta: Challenges and Successes //Geosciences. – 2017. – Т. 7. – №. 1. – С. 7-19.
4. Chinedu E., Chukwuemeka C. K. Oil spillage and heavy metals toxicity risk in the Niger Delta, Nigeria //Journal of Health and Pollution. – 2018. – Т. 8. – №. 19.
5. Fubara S. A. Natural resource extraction and economic performance of the Niger Delta region in Nigeria //670216917. – 2019.
6. Haack R. C. et al. AAPG Memoir 73, Chapter 16: Niger Delta Petroleum Systems, Nigeria. – 2000.
7. Tuttle, M.L., Brownfield, M.E., and Charpentier, R.R., 1999, Tertiary Niger Delta (Akata-Agbada) Petroleum System (No. 701901), Niger Delta Province, Nigeria, Cameroon, and Equatorial Guinea, Africa, in Tuttle, M.L., Charpentier, R.R., and Brownfield, M.E., eds., The Niger Delta Petroleum System; Niger Delta Province, Nigeria, Cameroon, and Equatorial Guinea, Africa: U.S. Geological Survey Open-File Report 99–50–H, p. 5.

Оценка влияния строительства автодороги М12 «Москва-Казань» на окружающую среду Нижегородской области

Косов С.А.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, semen-kosov@mail.ru) Щерба В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, shcherba_va@mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты практической работы по изучению природного состояния участка Нижегородской области.

Объектами исследования являются компоненты природной среды, на которые оказывается непосредственное воздействие при строительстве автодороги.

Для оценки состояния природной среды был предпринят комплексный метод анализа компонентов: почв, донных отложений, природных вод, физических факторов.

Предполагается, что строительство автодороги окажет пагубное воздействие на окружающую среду, в связи с этим был выдвинут ряд рекомендаций по минимизации негативных последствий от строительства.

Ключевые слова

Строительство, экологическое состояние, мониторинг, загрязнение

Современное экологическое состояние территории.

Участок исследований расположен на территории Арзамасского, Бутурлинского, Вадского, Перевозского и Сергачского районов Нижегородской области. Объект находится на территории от пересечения с автомобильной дорогой федерального значения Р-158 «Нижегород – Арзамас - Саранск - Исса - Пенза - Саратов» до пересечения с автомобильной дорогой регионального значения 22К-0162 «Работки – Порецкое».

На северо-западе она граничит с Костромской областью, на северо-востоке – с Кировской, на востоке – с республиками Марий Эл и Чувашия, на юге – с республикой Мордовия, на юго-западе – с Рязанской областью, на западе – с Владимирской и Ивановской областями. Нижегородская область расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины.

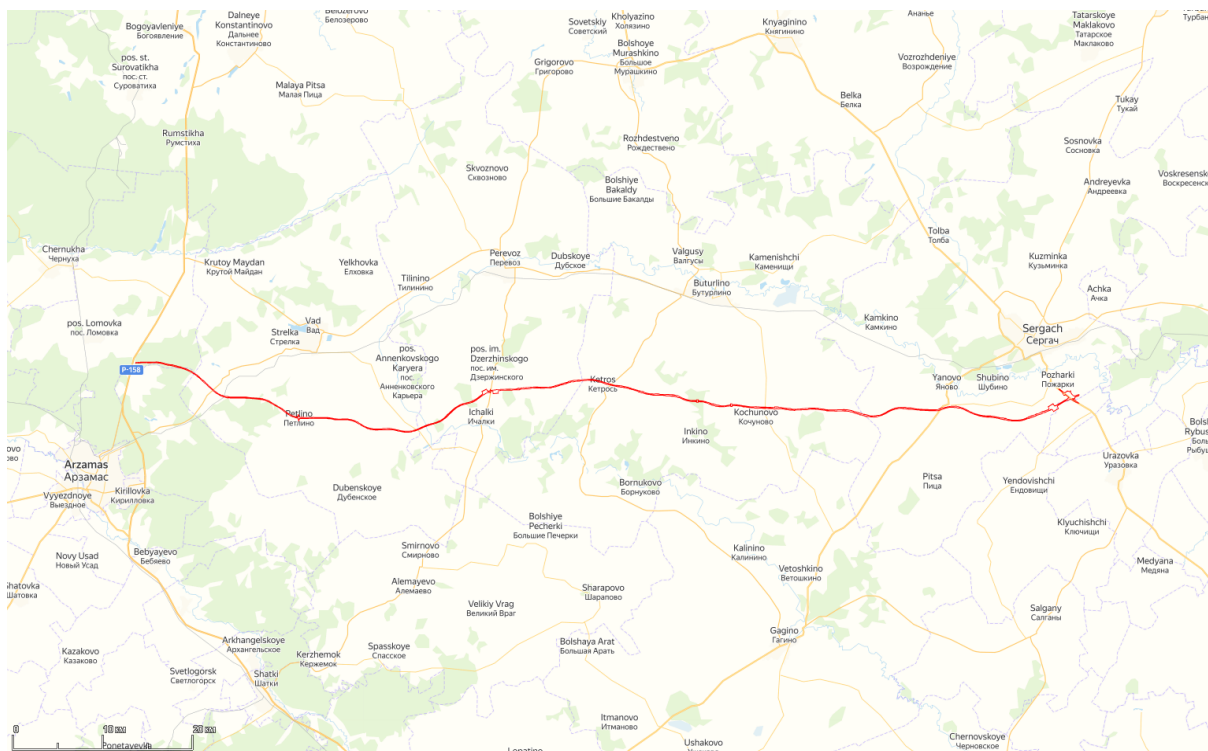


Рисунок 1. Ситуационная карта участка исследований

При проведении исследований компонентов природной среды были получены следующие результаты:

Поверхностные воды. Вода не соответствует нормативам культурно-бытового водопользования из-за превышения содержания ХПК в поверхностном слое воды из руч. Казенного; по остальным измеренным химическим показателям превышений допустимого уровня и ПДК в пробах не обнаружено.

Донные отложения. В донных отложениях превышений ПДК/ОДК загрязняющих веществ не выявлено.

Почвы. Результаты исследований показали, что в почвах и грунтах выявлено превышение ОДК (ПДК) кадмия, цинка и никеля на некоторых пробных площадках и скважинах.

Результаты исследований показали, что в почвах и грунтах не выявлено превышение ОДК (ПДК) меди, свинца и ртути на всех пробных площадках и скважинах.

Удельная активность радионуклидов в пробах грунта из скважин, поверхностных пробах почв/грунтов не превышает нормативный предел.

Радиационная обстановка. При проведении пешеходной гамма-съемки источника ионизирующего излучения и участка с повышенными уровнями гамма-фона на обследуемой территории не обнаружены.

Предложение к программе экологического мониторинга.

Экологический мониторинг и контроль при строительстве и эксплуатации проектируемого объекта должен быть создан в виде системы наблюдений, оценки и

прогноза изменений в состоянии окружающей среды с целью выделения техногенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов, предотвращения и снижения негативных последствий при строительстве объекта, а также деятельности по соблюдению экологических норм и правил, и принятых проектных решений.

Основной целью работ по проведению экологического мониторинга является получение достоверной информации о состоянии компонентов окружающей среды в зоне влияния объекта для оценки изменений состояния этих компонентов и прогнозирования последствий этих изменений при строительстве объекта, а также выдачи рекомендаций для принятия решений по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Для достижения этой цели при строительстве необходимо организовать наблюдения за состоянием и измерения загрязнения основных компонентов окружающей среды:

- атмосферный воздух,
- почвенный покров,
- подземные воды,
- животный мир,
- ихтиофауна
- геологическая среда.

Экологический мониторинг осуществляется весь период строительства и приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов в целях обеспечения природоохранных проектных решений строящегося объекта, а также в целях повышения ответственности проектных и строительных организаций и обеспечения высокого качества строительства.

Рекомендации по снижению негативного воздействия.

Для уменьшения загрязнения окружающей среды вредными веществами, содержащимися в отработавших газах двигателей, работающих при строительных работах необходимо предусматривать проектные решения, обеспечивающие оптимальный режим движения автомобилей;

При строительстве основными мероприятиями по защите от загрязнения атмосферного воздуха являются правильная регулировка двигателей дорожно-строительных машин и автомобилей, обеспечение оптимальных режимов их работы.

В целях охраны земельных ресурсов, а также недопущения их истощения и деградации почв должны соблюдаться следующие основные требования:

- недопущение захламления зоны строительства мусором, отходами изоляционных и других материалов, а также загрязнение горюче-смазочными материалами.
- соблюдение природоохранных мероприятий таких, как противоэрозионные мероприятия, техническая рекультивация и др.;

Выводы

Согласно проведенным исследованиям, строительство автодороги М12 «Москва-Казань» оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В результате лабораторных анализов были выявлены превышения ПДК загрязняющих веществ в почвах и поверхностных водах. Данные изменения могут негативно воздействовать на окружающую среду и жизнедеятельность человека. Для минимизации последствий от строительства автодороги был выдвинут ряд рекомендаций по снижению негативного воздействия и предложения по программе экологического мониторинга на территории строительства.

Библиография

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okrzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federat2019/ Дата обращения 15.01.2021
2. Дороги России: проблемы и их решения – ДорИнфо [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dorinfo.ru/99_detail.php?ELEMENT_ID=20662/ Дата обращения 15.01.2021
3. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения городов (Утверждена приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 г.). – СПб.: НИИ Атмосфера. –16 с.
4. Официальный сайт Правительства Нижегородской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.government-nnov.ru/> Дата обращения 15.01.2021

Изменения минимального уровня воды Дуная у г. Пакш

Костюченко А.А. (АО «ОЭС», kostychenkoa@ioes.ru)*

Апукхтин А.А. (АО «Атомпроект», a_apukhtin@so2.spbaer.ru),

Голубев А.А. (АО «ОЭС», golubevaa@ioes.ru), Iritz L. (VIZITERY, illeslajos@environ.hu)

Аннотация

Наблюдения за уровнями воды Дуная на гидрологических станциях в районе города Пакш имеют длительность свыше 100 лет. Анализ данных показывает, что ряды характерных (максимальных, средних и минимальных в году) уровней воды за весь период наблюдений 1901-2015 гг. имеют нестационарный характер. Результаты совместного статистического и гидролого-генетического анализа позволяют принять корректный метод определения уровней воды заданной ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), необходимые для разработки проектов гидротехнического строительства, в том числе для проектов улучшения судоходства и водоснабжения проектируемой АЭС Пакш-2.

Ключевые слова

Статистический анализ, гидролого-генетический анализ, АЭС Пакш-2, просадка уровня, гидроморфологический мониторинг.

Теория

Выполненный анализ гидрологического режима показал, что тренды характерных уровней воды на уменьшение («просадка уровня») не связаны с изменением объемов стока. Причиной снижения уровней воды могут служить факторы руслового процесса (понижение отметок ложа реки) и гидравлических условий (увеличение пропускной способности русла). В современных условиях на всем протяжении венгерского участка реки русло реки Дунай обваловано, пойма реки ограждена земляной дамбой. Для улучшения навигационных условий плавания в русле проведены работы по постройке параллельных дамб, траверсов, струенаправляющих бун. Оценка руслового режима реки была выполнена с использованием литературных источников, доступных материалов космических съемок, лоцманских карт и гидрографических съемок русла реки. Работы по регулированию русла начались в конце XIX, их основной объем завершен к середине XX века, улучшения ведутся и в настоящее время. С 40-х годов XX столетия началось строительство плотин и регулирование стока на Верхнем Дунае, которые изменили естественный режим стока и уменьшили поступление наносов на участок Среднего Дуная. Нарушение баланса наносов привело к некомпенсированному размыву донных отложений и вертикальному врезанию русла. Значительное понижение отметок дна русла на протяженных участках реки неизбежно вызывает снижение уровней воды. Для оценки длительности стояния различных уровней воды, обеспеченности их превышения и изменения во времени были выполнены расчеты этих характеристик за последовательные 30-летние периоды (рисунок 1). Были выполнены оценка изменения скорости тренда уровней воды за период наблюдений для гидрологических постов Дунайварош, Пакш, Домбори, Байя и Мохач. На посту Пакш наиболее быстрое снижение наблюдалось в период 1960-1990 гг. В последний период, с 1990 по 2015 годы, темп снижения уровня воды уменьшился более чем в 2 раза, причем просадка относится к началу периода. Уменьшение уклонов снизило возможность транспорта донных наносов и, соответственно, возможность размыва дна. Значимость тренда за последние

25 лет находится на границе критерия достоверности. Выводы, сделанные на основании анализа минимальных уровней воды, подтверждаются совмещением продольных профилей дна русла реки по линии наибольших глубин, построенные на основании фондовых русловых съемок (рисунок 2). Профили дна реки показывают, что понижение дна за последние 30 лет в районе Пакша происходило только на локальных участках. Несмотря на установившееся в последние 20-30 лет равновесие руслового режима, поведение минимального уровня реки Дунай в районе Пакша будет зависеть от условий хозяйственного использования реки в дальнейшем и от природных климатических вариаций. В ближайшее время согласно постановлению Венгерского правительства (1696/2014. (26.)) начнутся работы по увеличению на всем венгерском участке Дуная габаритов судового хода для пропуска нового класса судов. Срезка пережатков на 1527 и 1522 км реки может привести к нерасчетному снижению минимальных уровней воды в районе забора и сброса воды АЭС.

Выполнено исследование изменения уровня режима р. Дунай за последние 100 лет в районе строительства АЭС Пакш-2 (Венгрия) методами статистического и гидролого-генетического анализа. Рассчитаны численные значения трендов и их значимость за последовательные 30-летние периоды. Обнаружены процессы «просадки» уровней воды и врезания русла. Величина понижения отметок дна русла определена методами совмещения профилей дна по историческим картам и гидрографическим съемкам. Выполнена оценка изменения уровня и руслового режима участка реки на период эксплуатации АЭС. Представлено обоснование необходимости проведения гидроморфологического мониторинга русла реки.

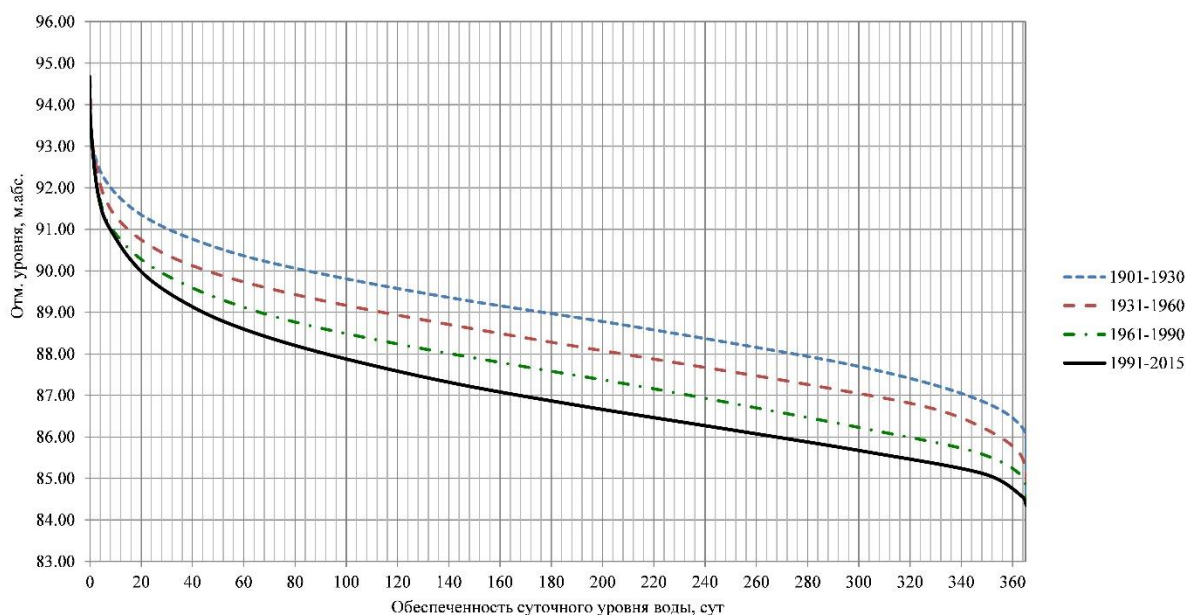


Рисунок 1. Эмпирическая обеспеченность уровней воды в створе ГЭС АЭС Пакш.

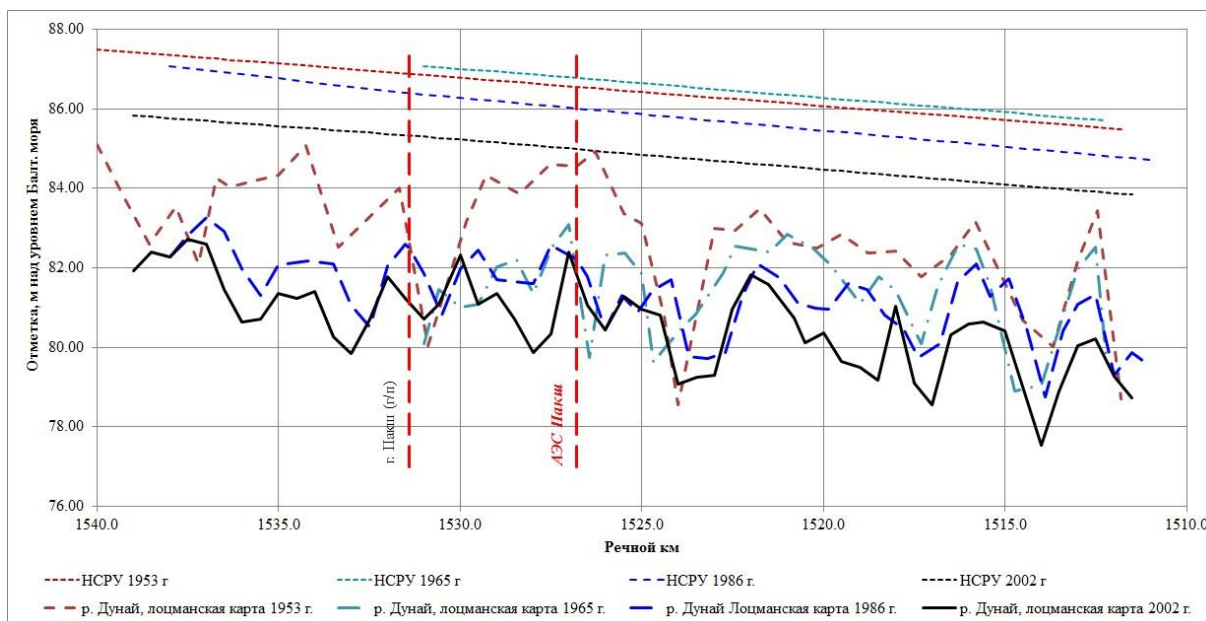


Рисунок 2. р. Дунай. Снижение отметок дна реки по фарватеру и низкого судоходного и регуляционного уровня воды (НСРУ), по данным лоцманских карт (издания Дунайской комиссии) за период 1953-2002 гг.

Выводы

Падение минимальных уровней воды р. Дунай в настоящее прекратилось. В дальнейшем поведение минимального уровня реки Дунай в районе Пакша будет зависеть от условий хозяйственного использования реки и устойчивости переката в районе ГТС АЭС. Необходимо обеспечить мониторинг гидрологических условий и гидроморфологического состояния русла реки.

Библиография

1. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Под ред. Владимирова А.М., СПб: изд. РГГМУ, 2001.
2. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным. ГУ «Государственный гидрологический институт», СПб, «Нестор-История», 2010.
3. Материалы Дунайской комиссии <http://www.danubecommission.org/>
4. Takács, K., et al., Impacts of anthropogenic effects on river ice regime: Examples from Eastern Central Europe, Quaternary International (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2012.12.010>
5. Goda L., Kalocsa D., Tamás E.A. River bed erosion on the Hungarian section of the Danube. J. of Environm. Science for Sustainable Society, Vol. 1, 47-54, March 2007.

Экспериментальное изучение техногенных минеральных частиц при открытой разработке месторождений полезных ископаемых

Кочанов А.Н. (ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова РАН, kochanov@mail.ru)

Аннотация

Проведено исследование микрочастиц, образовавшихся в результате взрывных работ при добыче железистых кварцитов на карьере. В ходе исследований с использованием оптической и электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, лазерной спектроскопии размеров частиц получены данные о морфологии частиц, их минералогическом и гранулометрическом составе. Результаты исследований могут быть полезны для мониторинга экологической безопасности взрывных работ, дадут возможность создания технологий с меньшими рисками окружающей среде.

Ключевые слова

Взрывные работы, железистые кварциты, микрочастица, оптическая и электронная микроскопия, эксперимент

Теория

Процессы, связанные с образованием минеральных нано- и микрочастиц, играют существенную роль во многих явлениях, определяющих движение и преобразование вещества в окружающей среде [1,6-7]. Атмосферные нано- и микрочастицы влияют на климатические изменения, на прозрачность и электрофизические свойства атмосферы, на состояние биоты экосистем и здоровье человека. Свободные частицы возникают в природных процессах, а также в техногенных процессах в условиях действия высоких температур и давлений, например, при взрывном и механическом разрушении горных пород. Особенный интерес с точки зрения геоэкологии представляет исследование нано- и микрочастиц, образующихся при открытой разработке месторождений и, в частности, при ведении взрывных работ. При разработке полезных ископаемых открытым способом и ведении взрывных работ происходит выброс в окружающую природную среду значительных объемов пылевидных частиц в виде пылегазового облака, выход которых с размером фракций до 5 мм, как это следует из производственного опыта, может достигать 12% от общей массы горной породы, а их удельное количество, приходящейся на 1 м³ отбитой породы, составлять 0,03-0,2 кг.

Следует отметить, что данной проблеме посвящено достаточно много работ, но подойти к ее решению с новых методических позиций стало возможным благодаря исследованиям, выполненным в последнее время под руководством академиков Трубецкого К.Н и Чантурия В.А., посвященные изучению условиям образования нано- и субмикронных частиц, под которыми понимаются частицы размером 0,1-10,0 мкм, в технологических процессах горного производства [8-9].

К настоящему времени проведены экспериментальные исследования нано – и микронных частиц, образованных при взрывах как промышленных, так и экспериментальных, результаты которых отражены в публикациях [2-4]. Химический анализ частиц, проведенный микрозондовым методом с помощью сканирующего электронного микроскопа и рентгеновского спектрометра, показал, что в состав частиц при взрыве в граните входят кварц, калиевый шпат и плагиоклаз. Классификация частиц по их форме позволила выделить две основные их разновидности: частицы осколочного

типа с размерами, превышающими 5 мкм, и частицы капельного типа с размерами 0,02-5 мкм.

В данной работе приведены результаты исследований микрочастиц, образованных при массовом взрыве на карьере Михайловского горно-обогатительного комбината при отбойки железистых кварцитов. Для оценки минерального состава и размеров образовавшихся частиц проведены исследования с помощью рентгеноструктурного анализа, оптической и электронной микроскопии, лазерных счетчиков размеров частиц. Для сбора и определения количества минеральных частиц, осажденных из пылегазового облака, использовались аналитические фильтры АФА-ВП20, фильтрующий материал которых выполнен на основе перхлорвиниловых волокон. Путем взвешивания была определена массовая доля отдельных фракций частиц, образовавшихся при взрыве и осажденных из пылегазового облака на определенном расстоянии от эпицентра взрыва. По результатам измерений установлено, что преобладают фракции размером менее 40 мкм, содержание которых составляет достигает почти 40% (таблица 1).

Таблица 1.

Распределение по массе различных фракций железистого кварцита

Размер фракций, мкм	+ 160	-160+71	-71+40	-40
Весовое содержание, г	2,18	14,34	15,78	20,72
Процентное содержание, %	4,1	27,1	29,8	39,0

Для оценки минерального состава фракций выполнен рентгеноструктурный анализ на дифрактометре XRD 7000, который показал, что содержание кварца и рудных минералов примерно одинаково и составляет для фракции 160 +70 мкм 49 и 44% соответственно, а для фракции – 40 мкм достигает величин 46 и 47 %.

С помощью оптической и электронной микроскопии получены изображения частиц для оценки их размеров. При анализе дисперсного состава минеральных частиц методом оптической микроскопии использовался микроскоп «Olympus» SZ 61 с фиксацией изображений цифровой камерой DP-12. В качестве примера на рисунке 1 приведено изображение микрочастиц, полученное с помощью оптической микроскопии.

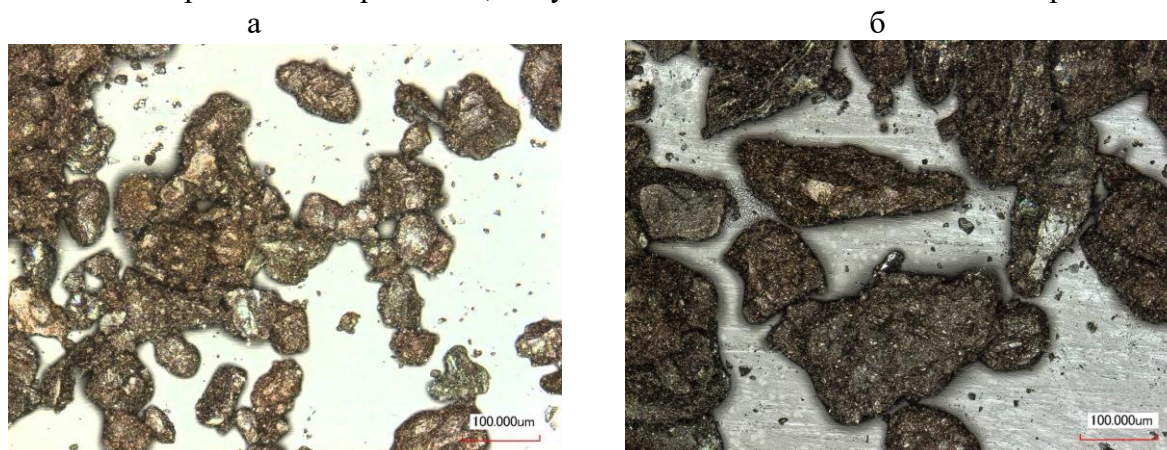


Рисунок 1. Вид микрочастиц по данным оптической микроскопии: фракция +40 -71 мкм (а) и +71-160 мкм (б)

Анализ полученных фракций микрочастиц после взрыва был также выполнен с помощью электронной микроскопии. На рисунке 2 представлены изображения минеральных частиц, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа LEO 1450VP. Электронная микроскопия отображает наличие частиц двух классов по

геометрическим размерам: крупные частицы размером 200-300 мкм и многочисленные частицы размером менее 10 мкм. На рисунке 3 приведены характерные изображения частиц при максимально возможном масштабе увеличения в 10000-15000^x. Минимально наблюдаемый размер субмикронных частиц составляет 0,1-0,3 мкм. Наличие специального детектора совместно с электронной микроскопией позволяет производить элементный анализ локальных областей и, тем самым, характеризовать минеральный состав отдельных частиц. По оптическому признаку в поле зрения электронного микроскопа получено следующее распределение рудных и нерудных минералов: содержание кварца составляет 74,4 %, а магнетита и гематита – 25,6 %.

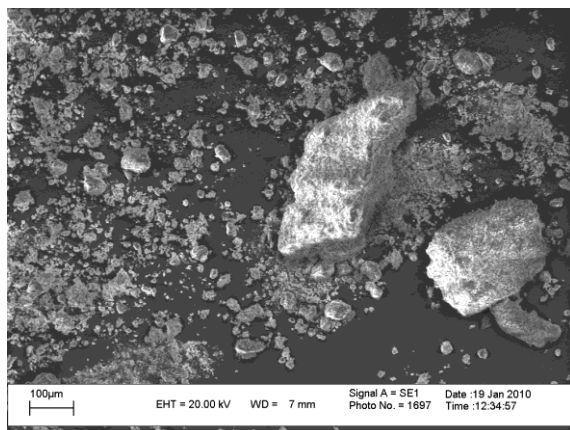


Рисунок 2. Вид микрочастиц по данным электронной микроскопии. Масштабная линейка 100 мкм

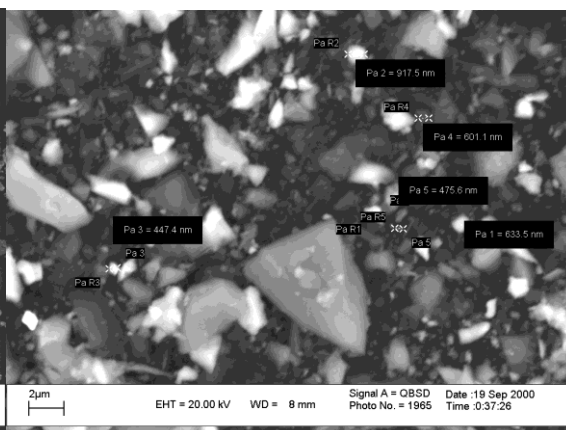


Рисунок 3. Вид субмикронных частиц по данным электронной микроскопии. Масштабная линейка 2 мкм

Для количественной оценки распределения частиц размером 0,3–10,0 мкм использовалась методика работы [5], в рамках которой с помощью лазерного счетчика частиц проведены исследования дисперсного состава осажденных субмикронных частиц в указанном диапазоне размеров (таблица 2). Отмечается преимущественная концентрация микрочастиц, осажденных из пылегазового облака при массовых взрывах, в диапазоне 1,0 мкм, содержание которых составляет 35-45% от общего количества минеральных частиц, в то время как содержание частиц размером 0,3 мкм составляет всего 10-15%.

Таблица 2.

Дисперсный состав субмикронных частиц по данным экспериментальных исследований с помощью лазерной спектроскопии

Размер субмикронных частиц, мкм	0,3	0,5	1,0	3,0	5,0
Распределение частиц по размерам, %	14,0	29,0	40,0	10,0	7,0

Выводы

Проведены исследования микрочастиц, осажденных из пылегазового облака после массового взрыва на карьере с применением рентгеноструктурного анализа, оптической и электронной микроскопии, лазерной спектроскопии размеров частиц. Получены данные о морфологии частиц, их минералогическом и гранулометрическом составе. При анализе распределения частиц размером менее 5,0 -10 мкм с помощью лазерной спектроскопии отмечается их преимущественная концентрация в диапазоне

1,0-3,0 мкм, а минимальный размер составляет порядка 0,1 мкм. Субмикронные частицы представлены в большей степени кварцем, чем рудными минералами. Показана перспективность данных исследований по оценке минерального и дисперсного состава частиц для мониторинга экологической безопасности по пылегазовому фактору при ведении взрывных работ.

Библиография

1. Адушкин В.В., Андреев С.Н., Попель С.И. Кавитационное выделение нано- и микромасштабных минеральных фракций из полиминеральных микрочастиц// Геология рудных месторождений. 2007.Т.49. №3. С.227-234.
2. Адушкин В.В., Вайдлер П.Г., Дубовской А.Н. и др. Свойства нано- и микромасштабных частиц, поступающих в окружающую среду при открытой разработке железорудных месторождений // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 5. С. 418-426.
3. Адушкин В.В., Перник Л.М., Попель С.И. Наночастицы в опытах по разрушению скальных пород взрывом// ДАН. 2007.Т. 415. № 2. С.247-250.
4. Адушкин В.В., Спивак А.А., Соловьев С.П. и др. Геоэкологические последствия массовых химических взрывов на карьерах // Геоэкология.2000. №6. С.554-563.
5. Александров П.А., Викторов С.Д., Калечиц В.И., Кочанов А.Н. Результаты экспериментальных исследований образования субмикронных частиц при разрушении твердых тел// Изв. РАН. Серия физическая. 2016. Т.80. №11. С.1496-1499.
6. Богатиков О.А. Неорганические наночастицы в природе // Вестник РАН. 2003. Т.73. №5. С.426-428.
7. Карпов Г.А., Мохов А.В. Микрочастицы самородных металлов, сульфидов и оксидов в андезитовых пеплах Карымского вулкана// Вулканология и сейсмология. 2010. №3. С.19-35.
8. Трубецкой К.Н., Викторов С.Д., Галченко Ю.П., Одинцев В.Н. Техногенные минеральные частицы как проблема освоения недр // Вестник РАН.2006. т.76. №4. С.318-332.
9. Чантурия В.А., Трубецкой К.Н., Викторов С.Д., Бунин И.Ж. Наночастицы в процессах разрушения и вскрытия геоматериалов. М.: ИПКОН РАН.2006.216 с.

***Проблема совершенствования системы объектного мониторинга состояния недр
на этапе вывода АЭС из эксплуатации***

Кривомазов А.А.* (МГРИ, anton-krivomazov@mail.ru)

Аннотация

В статье рассмотрена проблема обеспечения экологической безопасности на предприятиях Госкорпорации «Росатом» и обсуждается современное состояние ОМСН. На примере Билибинской АЭС показаны пути совершенствования ОМСН на этапе вывода из эксплуатации. Особое внимание уделяется необходимости учета региональных природных и социально-экономических условий, а также особенностей обращения с отходами.

Ключевые слова

АЭС, мониторинг, радиационное и химическое загрязнение, недра.

Теория

Объектный мониторинг состояния недр (ОМСН), используемый на предприятиях Госкорпорации «Росатом», представляет собой комплексную систему, состоящую из сети мониторинговых скважин и аналитической информационной системы (АИС ОМСН). Решение о развитии отраслевой системы объектного мониторинга было принято руководством «Росатома» в 2008 году. В период с 2008 по 2011гг ФГУП «Гидроспецгеология» была разработана нормативно-правовая база, а с 2010 по 2015гг происходило поэтапное внедрение системы ОМСН на предприятиях отрасли. На данный момент отраслевая система ОМСН включает в себя 55 наиболее экологически значимых предприятий [1]. Система мониторинга создавалась с целью информационного обеспечения управляющих решений для снижения влияния ядерно- и радиационно-опасных объектов (ЯРОО) на недра [2]. Основными задачами являются формирование единого методологического подхода, обеспечение достоверности прогнозных оценок и эффективная работа с населением и СМИ. Совместная работа мониторинговых скважин и АИС ОМСН позволяет строить математические модели распространения загрязнения и способствовать принятию решений, направленных на снижение техногенного воздействия.

По результатам проведенных с помощью системы ОМСН исследований было выяснено, что на 28 предприятиях уровень радиоактивного загрязнения подземных вод находится выше нормы, установленной НРБ, в том числе на 11 предприятиях превышение наблюдалось и за пределами СЗЗ. Кроме того, на 29 предприятиях уровень химического загрязнения подземных вод превышал ПДК, в том числе на 12 предприятиях за пределами СЗЗ [2]. В 2015 году завершился процесс внедрения отраслевой системы ОМСН на предприятия Госкорпорации, и уже в следующем году были опубликованы данные, свидетельствующие о ненадлежащем состоянии мониторинговой сети на ряде объектов [1]. В частности, на 14 предприятиях из 55 состояние сети наблюдательных скважин признано неудовлетворительным, на 7 – неоднозначным, на 19 – удовлетворительным и на 15 – хорошим. Следует отметить, что на протяжении 2016 года число предприятий с неудовлетворительным состоянием сети снизилось до 8, а с удовлетворительным – увеличилось до 24.

Особое значение имеет внедрение отраслевой системы ОМСН на АЭС, как наиболее важных предприятиях Госкорпорации. В связи с этим, представляет интерес изучение вопроса о достаточности данной системы для обеспечения экологической безопасности в районах действия станций, особенно на этапе вывода их эксплуатации, что и стало *целью* данного исследования.

Для практической реализации поставленной цели был выбран один из наиболее сложных (в отношении функционирования ОМСН и обеспечения экологической безопасности) модельный объект - Билибинской АЭС. Особый интерес к ней в последнее время также обусловлен начатым здесь выводом энергоблоков из эксплуатации, что может помочь (в рамках данного исследования) вскрыть имеющиеся проблемы, оценить эффективность действующей сети ОМСН и предложить меры по ее совершенствованию.

Вывод Билибинской АЭС из эксплуатации – процесс длительный и технологически сложный: для доведения места расположения станции до состояния «зеленой площадки» требуется решить комплекс сложных задач, начиная от выбора стратегии, будь то немедленный демонтаж или захоронение на месте, и заканчивая обращением с отходами и элементами конструкций ЯРОО [4,6].

Срок эксплуатации Билибинской АЭС – достаточно значительный (она эксплуатируется, начиная с 1974 года), а в 2006 году он был продлен. На данный момент станция работает на 14 лет дольше проектного. Несмотря на то, что практика продления сроков эксплуатации АЭС применяется повсеместно, для рассматриваемой нами станции данное решение привело к серьезному увеличению техногенного воздействия на недра, что приведет к дополнительным трудностям при выводе АЭС из эксплуатации. В частности, речь идет о специфических условиях района расположения Билибинской АЭС – она является единственной, построенной на территории распространения многолетнемерзлых пород. При строительстве под главным корпусом была создана искусственная чаша оттаивания, однако с учетом продления срока эксплуатации размеры массива талого грунта значительно увеличились, кроме того, возможно его слияние с аналогичными таликами под другими инженерными сооружениями на промплощадке АЭС.

Результаты обследования состояния сети мониторинговых скважин на Билибинской АЭС, проведенные ФГУП «Гидропегеология» в 2015 году показали наличие серьезных проблем [3,4,6]. Так в частности, при имеющейся сети оказалось невозможно получить достоверные данные о размерах талика под станцией из-за недостаточной глубины термометрических скважин. Имеющиеся гидрогеологические скважины не позволяют вести качественный контроль над уровнем загрязнения вод приповерхностного водоносного горизонта. В контексте вывода АЭС из эксплуатации это крайне существенно, поскольку без проведения комплексных исследований состояния недр невозможно будет гарантировать безопасность после демонтажа сооружений станции.

На рисунке 1 представлен разработанный нами план по расширению сети наблюдательных скважин на территории Билибинской АЭС.

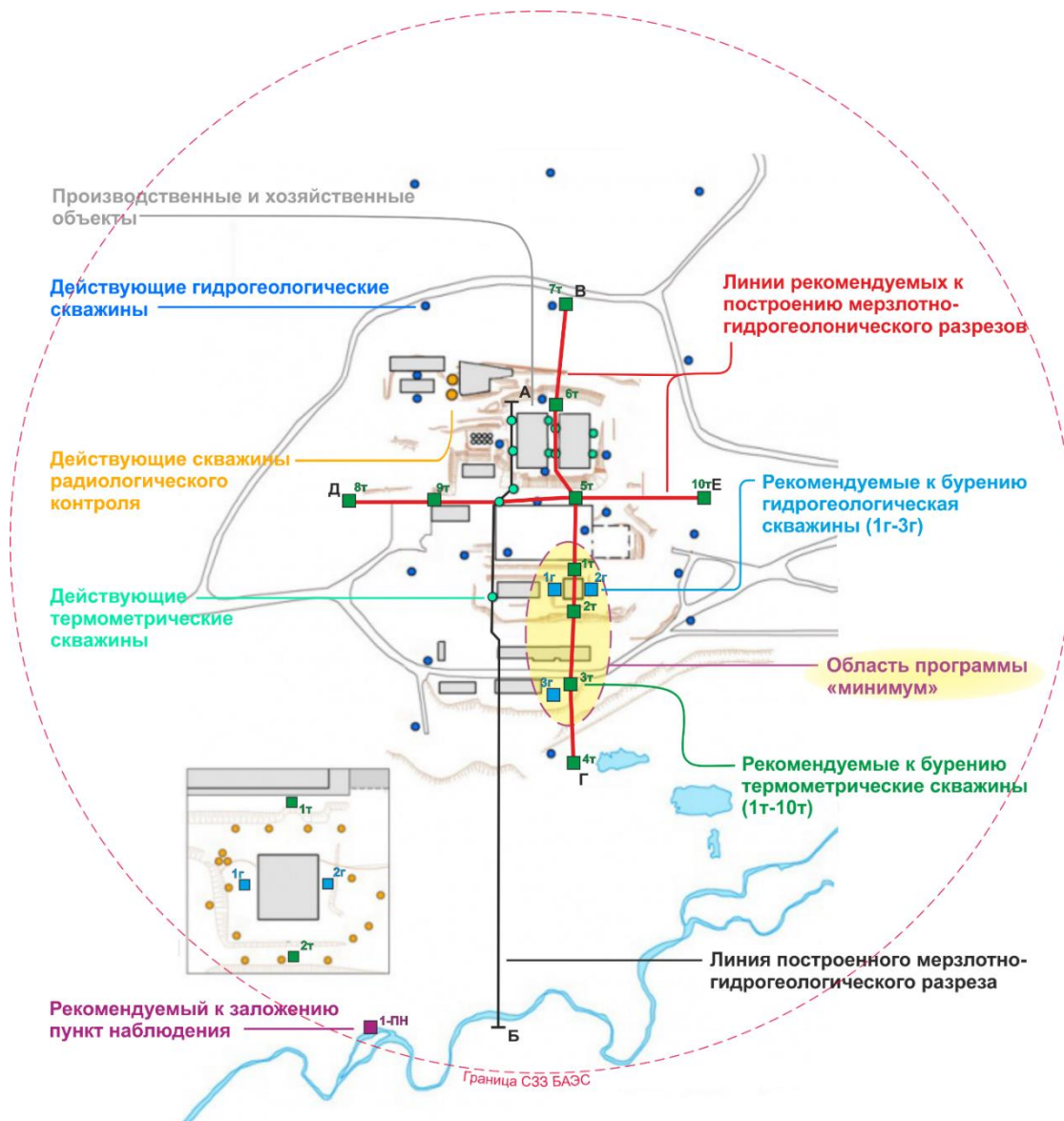


Рисунок 1. «Программа модернизации сети мониторинговых скважин на Билибинской АЭС с учетом увеличения техногенного воздействия в результате превышения проектного срока эксплуатации» [6].

Данный план предполагает два варианта модернизации мониторинговой сети. Первый включает минимально необходимые мероприятия – обустройство трех термометрических и трех гидрогеологических скважин для уточнения границ распространения таликовой зоны и для контроля над состоянием водоносных горизонтов. Второй вариант является оптимальным – он позволит провести комплексную оценку состояния недр в пределах промплощадки станции и за её пределами.

С точки зрения обеспечения региональной радиационной безопасности территории при выводе станции из эксплуатации реализация предложенной нами программы модернизации сети ОМСН позволит в полной мере оценить оказанное техногенное воздействие на недра и разработать мероприятия по ликвидации негативных последствий с дальнейшим доведением территории расположения станции до состояния «зеленой площадки».

Выводы

Внедрение системы ОМСН на предприятиях Госкорпорации «Росатом» способствует улучшению экологической обстановки и снижению техногенного влияния, однако недостаточный опыт вывода АЭС из эксплуатации, разнообразие природных и социально-экономических условий станций, существенные различия в обращении с отходами, наконец, особенности фактического радиоактивного и химического загрязнения территорий указывают на необходимость совершенствования ОМСН. В настоящий момент эта система направлена прежде всего на решение отраслевых задач, а не на учет интересов регионов, населения и охраны окружающей среды. Особое внимание следует уделить грамотному проектированию и заложению новых скважин для более адекватной оценки фактического заражения территории и обеспечению экологической безопасности на этапе вывода АЭС из эксплуатации.

Благодарности

Выражаю особую благодарность своему научному руководителю – профессору Хлебосоловой О.А.

Библиография

1. Внедрение отраслевой системы объектного мониторинга состояния недр на предприятиях Госкорпорации «Росатом» [Электронный ресурс] // 2018, URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2018/03/19/84146> (дата обращения 27.02.2021)
2. Глинский, М.Л. Итоги формирования отраслевой системы объектного мониторинга состояния недр на предприятиях и в организациях Госкорпорации «Росатом» за 2008 - 2015 гг. [Электронный ресурс] // 2016, URL: <https://www.atomic-energy.ru/presentations/68163> (дата обращения 26.02.2021)
3. Егоров, Я.А., Бусыгина Е.Н., Расказов А.А. Изменения мерзлотно-гидрогеологических условий в районе Билибинской АЭС на этапе ее эксплуатации” [Электронный ресурс] // 2018, URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2018/04/25/85311> (дата обращения 26.02.2021)
4. Енговатов И.А., Адиятуллин Р.Х. Обоснование возможности вывода из эксплуатации Билибинской АТЭЦ по варианту «Захоронение на месте» // Известия вузов // Ядерная энергетика, 2020, №2. – С. 73–84 (дата обращения 27.02.2021)
5. Кузнецов, В.М. Вывод из эксплуатации объектов атомной энергетики. – М., 2003 (дата обращения 27.02.2021)
6. Хлебосолова О., Кривомазов А., Бахтина М., Горшкова А., Дорош И. Анализ локальных проблем как условие обеспечения экологической безопасности атомных электростанций на этапе вывода из эксплуатации // Сборник онлайн конференции “Добродеевские чтения – 2020” (дата обращения 26.02.2021)

Веганство как путь к сохранению окружающей среды
Кутейникова Д.М. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, darya.kuteko@inbox.ru),*
Савушкина Е.Ю. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, eu-savushkina@mail.ru)

Аннотация

Работа посвящена обзору влияния животноводства на современную экологическую ситуацию в мире. Рассмотрены возможности веганского питания и образа жизни на пути сохранения и улучшения окружающей среды. В работе изложена гипотеза, представляющая, как сложится общее состояние планеты при переходе всех людей на веганство.

Ключевые слова

Веганство, животноводство, этичность, экология.

Теория

Веганство – образ жизни, стремящийся к исключению всех форм эксплуатации и насилия в отношении животных в качестве еды, одежды или любых других целей, насколько это возможно и реализуемо. Веганство является одним из основополагающих столпов этичного образа жизни. Этичный образ жизни – это философия принятия решений для повседневности. Такой образ жизни учитывает нравственность и мораль. То есть, упрощенно, главный принцип, заложенный в понятии «этичный образ жизни» – это «не навреди». Кроме веганства существует схожее понятие – вегетарианство. Это питание растительной и молочной пищей, с отказом от мясной пищи и пищи животного происхождения (включая мясо птицы, рыбу и морепродукты, яйца). Главное отличие веганства от вегетарианства в том, что первое является образом жизни, а второе – диетой.

Наиболее значительные последствия при переходе на веганство в масштабах планеты ожидаются от смены питания. Поэтому в данной работе сделан акцент именно на этом аспекте веганской философии и рассмотрены изменения окружающей среды в этой связи. Ниже последовательно рассмотрены возможные решения существующих экологических проблем при условии, что всё население планеты перейдет на веганство.

Загрязнение и дефицит водных ресурсов. Сравнивая путь производства животной продукции (в частности мяса и молочных продуктов) и растениеводческой, можно заметить, что для первого случая нужно гораздо больше воды. Общие затраты водных ресурсов на животноводство по всему миру составляют от 20 до 70 %. В частности, авторы научной статьи, опубликованной в 2013 году в журнале PNAS при Национальной академии наук США, исследовали 28 регионов по всему миру и пришли к выводу, что животноводство потребляет 1/3 от всей свежей воды [4]. Помимо этого, вода страдает от загрязнений. От животных она загрязняется главным образом навозом. От растениеводства вода тоже загрязняется, но удобрениями. И если использование удобрений регулируемо и возможно предотвращение негативных последствий от их использования, то животные никогда не перестанут производить навоз в процессе своей жизнедеятельности. Проблема с его грамотной утилизацией практически не решается. Говоря о веганстве в ключе этичности, следует упомянуть звероводство, которое помимо довольно жестокого производства очень токсично. Ниже приведена таблица

соотношения уровня токсичности производства 1 кг натурального меха в сравнении с искусственным.

Таблица 1
Соотношение уровня токсичности производства 1 кг натурального меха в сравнении с 1 кг искусственного [3]

Экологический показатель	Токсичность производства 1 кг натурального меха	Токсичность производства 1 кг искусственного меха
Эвтрофикация пресных вод	5,2 CO ₂	3,1 CO ₂
Эвтрофикация морских вод	12,9 CO ₂	4,2 CO ₂
Экотоксичность пресных вод	2,6 CO ₂	2,4 CO ₂
Экотоксичность морских вод	3,2 CO ₂	2,6 CO ₂
Потребление воды	0,4 CO ₂	4,3 CO ₂

Как видно из таблицы, только показатель потребления воды для производства 1 кг искусственного меха выше, чем для натурального меха. Это обусловлено входящим в состав искусственного меха хлопка, на выращивание которого нужно много воды (для нормативного орошения 1 га хлопковых полей необходимо 6000 -7000 м³ воды). Остальные же показатели лучше у искусственного меха.

Использование земельных ресурсов. Примерно 50 % всех пригодных для жизни земель используются для сельского хозяйства. Из этих земель почти 80 % занимает животноводство, и 20 % - растениеводство. Во всем мире насчитывается около 5 млрд гектаров сельскохозяйственных угодий, и 68 % из них используются как пастбища для скота. Если все люди станут веганами, то как минимум 80 % этих пастбищ будут превращены обратно в луга и леса. Такой переход благоприятно скажется на климате, так как будет больше улавливающих углерод деревьев. Так как в естественные, дикие луга и леса превратится не вся ранее занятая животноводством территория, то оставшиеся 10-20% бывших пастбищ будут приспособлены под выращивание зерновых культур (плюс к уже имеющимся до перехода полям) [2].

Загрязнение воздуха и потепление климата. Превращение пастбищ в луга и леса создаст условия для произрастания большего количества деревьев, улавливающих углерод. Так же большое количество парниковых газов образуется в результате деятельности животноводства. По данным исследований FAO, производство 18 % парниковых газов принадлежит жвачным животным. При этом речь идёт не только о CO₂, но и о самых опасных для жизни газах — метане (37 % от общего количества, попадающего в атмосферу), аммиаке (70 %) и закиси азота [1]. Выбросы в аграрном секторе и в секторе животноводства выросли на 14 % - с 2001 по 2011 года. Крупнейшим источников выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве является кишечная ферментация – когда метан производится животными в процессе пищеварения и выпускается в атмосферу через отрыгивание – в 2011 году на этот процесс приходилось 39% от общего объема эмиссий парниковых газов в секторе сельского хозяйства. Выбросы от кишечной ферментации увеличились на 11% с 2001 по 2011 года. Выбор питания оказывает большое влияние на углеродный след. Наиболее сильно его увеличивает красное мясо, продукты, перевозимые на большие дистанции (особенно самолетом) [5]. Углеродный след показывает общий объем выбросов парниковых газов,

вызванных прямо или косвенно производством продукта, и измеряется в граммах эквивалента диоксида углерода (г CO_{2e}) на типичную порцию (40 г) пищевого белка продукта. Показатель CO_{2e} рассчитывается путем умножения выбросов каждого из шести парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs и SF₆) на его 100-летний потенциал глобального потепления. На рисунке 1 приведены данные, которые являются средними показателями. Также большой вред атмосферному воздуху наносит звероводство. Кроме абсолютной не гуманности, в течение всего времени, которое животное проводит в клетке и до его убийства, в атмосферу выделяются такие вещества как: меркаптаны, амины, аммиак, сероводород, карбоновые кислоты, сульфиды, фенолы, меховая пыль, закиси азота NO₂ и аммиака NH₃, формальдегид, хром, нафталин, аммоний. В сравнении с текстильными материалами, мех имеет наибольшее воздействие, включая изменение климата, эвтрофикацию и ядовитые выбросы. Во многих случаях воздействие было выше в 2–28 раз, чем у других материалов, даже при взятии значений нижней границы производственной цепи [3].



Рисунок 1. Углеродный след (CO_{2e}) производства животноводческих продуктов [5]

Формирование большого количества отходов. Отходы от животноводства делятся на две категории – навоз и так называемые несъедобные части животных. Что касается навоза, то в подавляющем большинстве случаев он не утилизируется, а просто смывается в сточные воды, где накапливается и вызывает массовое отравление водных организмов. В воде резко возрастает количество аммиака и уменьшается содержание кислорода. Несъедобные же части люди смогли приспособить в производстве (в медицине, для производства спортивного инвентаря, музыкальных инструментов, кормов животных). Отходов от растениеводства гораздо меньше и они проще утилизируются. В основном к ним относятся листья, стебли, шелуха, корни и другие неиспользованные части растений. Но растениеводство так же загрязняет воды. Однако, удобрения, попадающие через почву в грунтовые воды, наносят гораздо меньше вреда, чем скапливающийся навоз. Если весь мир перестает есть животные продукты, то отходы будут только от растениеводческого сектора и от существующих уже сейчас упаковок. Отходы растениеводства можно биоконверсировать – то есть создавать натуральное биотопливо и энергию, что гораздо более этично и полезно.

Изменения в биоразнообразии. поголовье скота во всем мире в начале 21 века было следующим: 1300 млн. голов крупного рогатого скота, 1800 млн. голов овец и козлов, 950 млн. голов свиней. Не все животные, используемые в сельском хозяйстве, останутся жить в условиях абсолютного веганства. На их выращивание на фермах используются в основном специальные корма с добавками, и в диких условиях некоторые животные могут оказаться неспособными прокормить себя так же, как раньше. Но несмотря на это, биоразнообразие в целом восстановится. То, что сейчас занято пастбищами и фермами, раньше могло быть местом обитания различных диких животных. Например, в свою среду обитания вернутся крупные травоядные,

вытесненные человеком ради разведения скота (например, буйволы), волки, которых убивали из-за нападения на домашних животных.

Выводы

Веганство – это действительно огромный шаг в сторону улучшения состояния окружающей среды. Однако, живя довольно долгое время на «всеядном» питании и эксплуатируя животных в разных сферах производства, у веганского мира будут свои негативные последствия. Например, поглощающие углекислый газ из атмосферы торфяники могут зарости деревьями, что будет способствовать формированию более теплого и сухого климата; возможно какое-то время будет неконтролируемая рождаемость среди некоторых видов травоядных животных и они начнут стремительно уничтожать растительный покров (например, кролики). Эти последствия скорее всего не единственные, и данная тема требует дальнейшего исследования.

Библиография

1. Влияние животноводства на окружающую среду / Студенческая библиотека онлайн. — 2013-2021. — [Электронный ресурс] — URL: https://studbooks.net/70545/ekologiya/vliyanie_zhivotnovodstva_okruzhayuschuyu_sredu, (дата обращения 27.02.2021).
2. Нувер, Рейчел. Что произойдет, если все люди вдруг станут вегетарианцами / Рейчел Нувер. — Текст // BBC NEWS Русская служба. — BBC Future. — 2016. — URL: <https://www.bbc.com/russian/vert-fut-37730605> (дата обращения 27.02.2021).
3. Тухбатуллина, Л.М., Влияние производства натурального и искусственного меха на окружающую среду / Л.М. Тухбатуллина, Л.А. Сафина, Д.М. Хасанова. — Текст // Вестник технологического университета. — 2016. — т.19.№6. — с. 80-82. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-proizvodstva-naturalnogo-i-iskusstvennogo-meha-na-okruzhayuschuyu-sredu/viewer> (дата обращения 27.02.2021).
4. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems / Использование биомассы, производство, эффективность кормов и выбросы парниковых газов от глобальных систем животноводства / Mario Herrero, Petr Havlík, Hugo Valin, An Notenbaert, Mariana C. Rufino, Philip K. Thornton, Michael Blümmel, Franz Weiss, Delia Grace, and Michael Obersteiner. // PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences. Biological Sciences. — 2013. — URL: <https://www.pnas.org/content/110/52/20888.full> (дата обращения 27.02.2021).
5. Eshel, G., Martin, P.A. Diet, Energy, and Global Warming / Gidon Eshel and Pamela A. Martin / Диета, энергия и глобальное потепление / Джидон Эшел, Памела А. Мартин. — Текст // Earth Interactions. — 2006. — p.1-17. — URL: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/eint/10/9/ei167.1.xml> (дата обращения 27.02.2021).

*Эколого-геохимическая характеристика вод канала имени Москвы
Липатникова О.А.* (Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова, lipatnikova_oa@mail.ru), Лубкова Т.Н. (Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова, tanya_lubkova@mail.ru)*

Аннотация

По результатам экспедиционных исследований в летний период 2018 г. дана гидрохимическая характеристика современного состояния водохранилищ канала имени Москвы. Проанализировано пространственное изменение ионного состава воды и содержания растворенных форм микроэлементов. По результатам сопоставления с литературными данными охарактеризована динамика микроэлементного состава.

С помощью программного пакета HCh for Windows проведен термодинамический расчет форм нахождения микроэлементов в водах этих объектов. Показано, что для Sr, Ba, Zn, Ni, Co, Cd преобладающими формами являются свободные ионы, для Cu – фульватные комплексы, для Pb – карбонатные и фульватные комплексы, а также свободные ионы.

Ключевые слова

Канал имени Москвы, ионный состав воды, микроэлементы, комплексообразование, термодинамические расчеты

Теория

Канал имени Москвы, построенный в 1932–1937 гг. и протянувшийся от Волги до Москвы – сооружение, которое комплексно решает несколько крупных водохозяйственных задач: водоснабжение столицы, обеспечение водно-транспортной связи с Волгой, улучшение санитарного состояния рек в пределах города, выработка электроэнергии, а также создание зон отдыха [3].

Мониторинг водохранилищ канала имени Москвы (Клязьминское, Пестовское, Икшинское и др.) осуществляется Бассейновой гидрохимической лабораторией ФГБУ «Центррегионводхоз», но научно-исследовательских работ по этим объектам немного [2; 5], что определяет актуальность научных исследований в этом направлении.

Целью данной работы являлась оценка содержания макро- и микрокомпонентов в воде водохранилищ канала имени Москвы.

Пробы воды отбирали из поверхностного горизонта с борта маломерной яхты «Гея» в рамках проекта «Geya Sailing Science» в июле 2018 г. Непосредственно на судне определяли температуру воды, pH, электропроводность; проводили фильтрацию аликвоты проб через стерильные фильтрующие насадки из ацетата целлюлозы с диаметром пор 0,45 мкм и консервацию фильтрата HNO₃ (ос.ч.) до pH <2 для последующей оценки содержания главных катионов и микроэлементов.

Содержание главных катионов (Ca, Mg, Na, K) и микроэлементов (Al, Ti, Sr, Ba, Rb, Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) анализировали методом ИСП–МС в Отделе научно–производственных аналитических работ ФГБУ ИМГРЭ на масс-спектрометре ELAN–

6100. Анионный состав определяли на кафедре геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Содержание хлорид-ионов и гидрокарбонат-ионов оценивали методами объемного титрования, нитрат-ионов – методом потенциометрии, сульфат-ионов – рентгенофлуоресцентным анализом с предварительным концентрированием аликвоты по методу «высушенной капли».

Изменение макрокомпонентного состава вод по течению канала имени Москвы приведено на рис. 1. Для отображения состава использованы диаграммы Стиффа [9], построенные с использованием модуля GSS программного пакета The Geochemist's Workbench (GWB).

По классификации О.А. Алекина [1], воды во всех точках опробования относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второму типу; околонейтральные (рН 6,9 – 7,1); пресные (с минерализацией 215–280 мг/л). Обращает внимание факт присутствия в водах заметных количеств нитрат-иона (9–35 мг/л), что при относительно невысокой общей минерализации воды (в среднем 240 мг/л) обуславливает вхождение нитрат-иона в состав главных анионов.

Анализ микроэлементного состава показал, что содержание растворенных форм большинства потенциальных загрязнителей, за исключением Cu и Mn, ниже ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [6] (табл. 1). Концентрация Cu превышает ПДК во всех точках опробования, однако следует отметить, что утвержденное нормативное значение (1 мкг/л) ниже, чем среднее содержание растворенной меди в реках мира (1,48 мкг/л, согласно [8]). Аналогичная ситуация наблюдается при нормировании содержания Mn в водах водных объектов рыбохозяйственного значения – ПДК элемента составляет 10 мг/л при среднем содержании 34 мкг/л.

Таблица 1.
Микроэлементы (мкг/л) в водах канала имени Москвы

Элемент (класс опасности)	ПДК	Мин	Макс	Среднее	Элемент (класс опасности)	ПДК	Мин	Макс	Среднее
Al (4)	40	6	18	10	Cd (2)	5	0,01	0,02	0,02
Ti (4)	60	0,5	0,9	0,7	Zn (3)	10	6,1	15,7	9,7
Sr (3)	400	100	178	116	Cu (3)	1	1,9	2,3	2,1
Ba (4)	740	41	46	44	Ni (3)	10	1,6	2,1	1,7
Rb (4)	100	1,5	2,4	2,1	Co (3)	10	0,12	0,18	0,15
Pb (2)	6	0,1	0,31	0,15	Mn (4)	10	2,9	99,8	9,7

Примечание: содержание Fe ниже 50 мкг/л

В работе [5] приведено содержание Cd, Cu, Pb и Zn в поверхностных водах канала им. Москвы в 2007–2008 гг. (в среднем 1, 19, 23 и 55 мкг/л соответственно), при этом никакой закономерности в пространственно-временной динамике изменения концентрации тяжелых металлов не выявлено. Наши оценки средних значений содержания указанных металлов в водах объекта значительно ниже (Cd 0,02; Cu 2,1; Pb 0,15; Zn 9,7 мкг/л), а именно в 5 раз для Zn, в 10 раз для Cu, в 50 раз для Cd, в 150 раз для Pb. Отметим, что приведенные в работе [5] данные могут характеризовать общее содержание элемента (суммарно в растворенной и взвешенной формах); в этом случае

наибольшие расхождения закономерно наблюдаются для свинца, основная форма миграции которого в поверхностных водах – взвешенная.

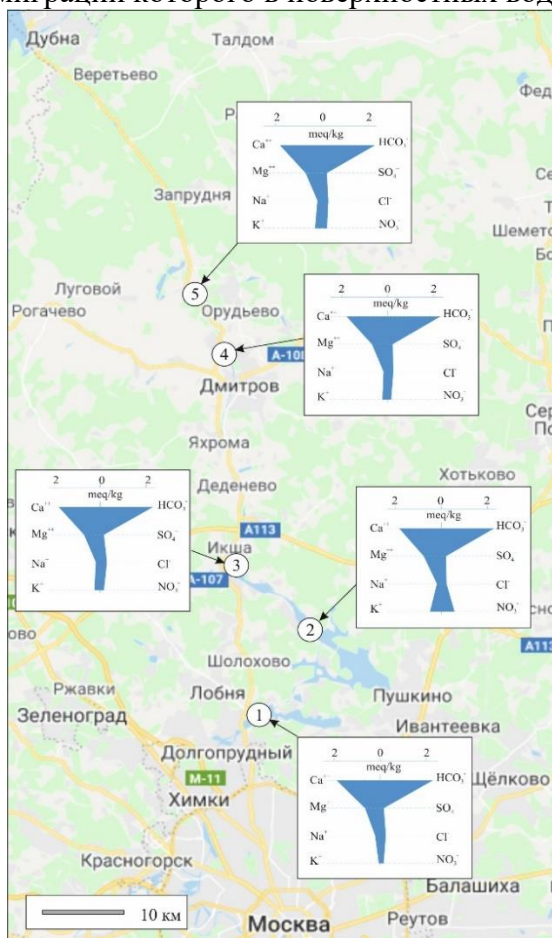
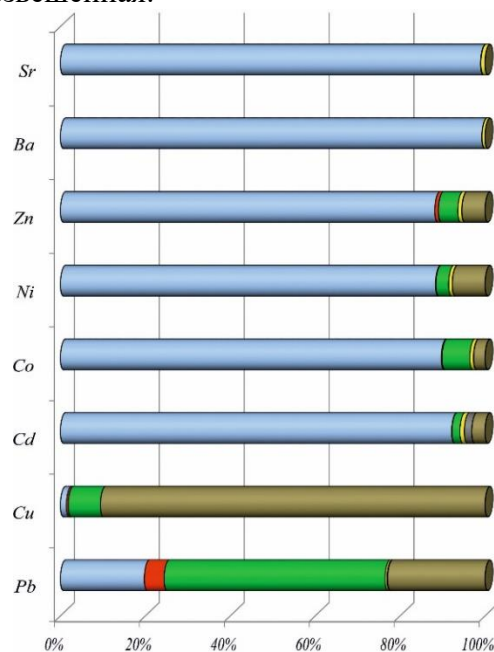


Рисунок 1. Изменение ионного состава вод по течению канала имени Москвы.



Формы металлов в природных водах

- Свободные ионы
- Гидроксокомплексы
- Карбонатные комплексы
- Сульфатные комплексы
- Хлоридные комплексы
- Комплексы с фульвокислотами

Рисунок 2. Результаты расчетов распределения форм нахождения Sr, Ba, Zn, Ni, Co, Cd, Pb и Cu.

Для определения форм нахождения микроэлементов в водах использовали термодинамические расчеты с помощью пакета программ термодинамического моделирования HCh v.4.6 [7], выполненные для 8 микроэлементов – потенциальных загрязнителей природных вод (Ba, Sr, Zn, Cd, Ni, Co, Pb, Cu), для которых есть набор согласованных термодинамических констант устойчивости комплексных соединений. Подробное описание методики расчета и используемые константы для микроэлементов приведены в работе [4]. Полученные результаты расчетов представлены на рис. 2.

Среди растворенных форм нахождения Ba и Sr резко преобладают свободные ионы (99%). Распределения Zn, Ni, Co и Cd по формам нахождения схожи между собой. Все четыре элемента на 88-92% находятся в растворе в виде свободных ионов; доля карбонатных комплексов в среднем составляет для Zn – 4,5%, Ni – 3%, Co – 7% и Cd – 2%; а содержание сульфатных комплексов не превышает 1%. Cd – единственный микроэлемент, для которого хотя и в незначительном количестве, но проявлены хлоридные комплексы (до 2%). Практически вся растворенная Cu связана в фульватные комплексы (90%), оставшаяся часть почти полностью приходится на долю карбонатных комплексов (до 8,5%). Сумма наиболее токсичных форм Cu^{2+} и $CuOH^+$ не превышает 2% от общего содержания меди в растворе. Для Pb характерны карбонатные комплексы ($52 \pm 5\%$), далее идут фульватные комплексы ($23 \pm 3\%$) и свободные ионы (около 20%).

Выводы

Гидрохимические исследования вод канала имени Москвы показали, что воды относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второму типу; околонейтральные; пресные. Зафиксировано присутствие нитрат-иона в заметных количествах. Содержание растворенных форм большинства потенциальных микроэлементов-загрязнителей ниже ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, при этом микроэлементы преимущественно присутствуют в виде свободных ионов. Систематическое превышение ПДК характерно только для меди, но она практически полностью находится в виде комплексов с органическими (фульво-) кислотами, которые считаются наименее токсичными.

Благодарности (на ваше усмотрение)

Авторы выражают благодарность основателю проекта «Geya Sailing Science» Хавиной Е.М. за помощь в организации отбора образцов воды канала имени Москвы.

Библиография

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 413 с.
2. Волков Д.А. Качество вод Клязьминского водохранилища // Вестн. Моск. Ун-та. Серия 5. География. 2011. № 4. С. 48–52.
3. Канал им. Москвы: 50 лет эксплуатации / Под ред. Быкова Л.С., Матросова А.С. М.: Стройиздат. 1987. 240 с.
4. Липатникова О.А., Лубкова Т.Н., Коробова Н.А. Формы нахождения микроэлементов в воде и донных отложениях Пироговского водохранилища // Вестн. Моск. Ун-та. Серия 4. Геология. 2020. № 6. С. 59–68.
5. Мосин А.В. Современные проблемы качества воды в канале имени Москвы // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 11. №1 (3). 2009. С. 320–323.
6. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>, дата обращения 22.12.2020.
7. Шваров Ю.В. HCh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия. 2008. № 8. С. 898–903.
8. Gaillardet Y. Viers Y., Dupre B. Trace elements in river water. Ch. 7.7 // Treatise on Geochemistry: Second Edition. H.D. Holland., K.K. Turekian. Elsevier Ltd. 2014. Vol. 7. P. 195–235.
9. Stiff H. A. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns // Journal of Petroleum Technology. 1951. Vol. 3, N 10. P. 15-17

Трансформация геохимического фона современных осадков криолитозоны под влиянием нефтезагрязнений

Лифшиц С.Х.* (Институт проблем нефти и газа ФИЦ «Якутский научный центр» СО РАН, shlif@ipng.ysn.ru), Глянцева Ю.С. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, gchlab@ipng.ysn.ru), Чалая О.Н. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, oncha@ipng.ysn.ru), Зуева И.Н. (ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, inzu@ipng.ysn.ru)

Аннотация

Наложение техногенных углеводородных поллютантов на природное органическое вещество почв и донных осадков приводит к трансформации геохимического фона современных осадков по углеводородным компонентам. Самовосстановление почв криолитозоны протекает медленно и не приводит к восстановлению природного геохимического фона. Вследствие этого для очистки почв криолитозоны от нефтезагрязнений необходимо проведение дополнительных восстановительных мероприятий.

Ключевые слова:

геохимический фон, трансформация нефтезагрязнения, криолитозона, углеводороды, спиртобензолные смолы.

Источники финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, Проект №18-45-140009 р_а.

Теория

Загрязнение почв и донных осадков нефтью и нефтепродуктами является одним из наиболее распространенных в настоящее время [3]. Выявление загрязнений и их ликвидация осложняются тем, что современные осадки сами содержат природное органическое вещество. При загрязнении углеводородные поллютанты смешиваются с органическим веществом почв и донных осадков. В результате происходит трансформация геохимического фона подвергшейся загрязнению территории по углеводородным компонентам. Для исследований по изучению влияния нефтезагрязнения на характеристики геохимического фона выбрана территория бывшего нефтепровода «Талакан-Витим», где в 2006 г. произошел крупномасштабный разлив нефти [5]. Образцы почв отбирались с глубины 0-10 см из загрязненных и контрольных чистых участков территории. Уровень нефтезагрязнения определяли весовым методом по выходу холодных хлороформенных экстрактов. Хлороформенные экстракты изучали методом ИК-Фурье спектроскопии. Жидкостно-адсорбционную хроматографию использовали для разделения хлороформенных экстрактов на углеводородную, смолистые и асфальтовую фракции. Углеводородные фракции изучали методом хромато-масс-спектрометрии. Данный комплекс исследований позволяет не только выявлять нефтезагрязнения, но и изучать процессы их трансформации [5]. На рис. 1 представлены масс-хроматограммы углеводородных фракций хлороформенных экстрактов чистого (А) и загрязненного нефтью (В) образцов почв. Видно, что в загрязненном образце распределение индивидуальных углеводородов

приобрело нефтяной характер. Об этом свидетельствует преобладание в составе углеводородной фракции относительно низкомолекулярных n-алканов, максимум в распределении n-алканов сдвинулся в относительно низкомолекулярную область (nC₁₅), отсутствует преобладание нечетных углеводородов по отношению к четным.

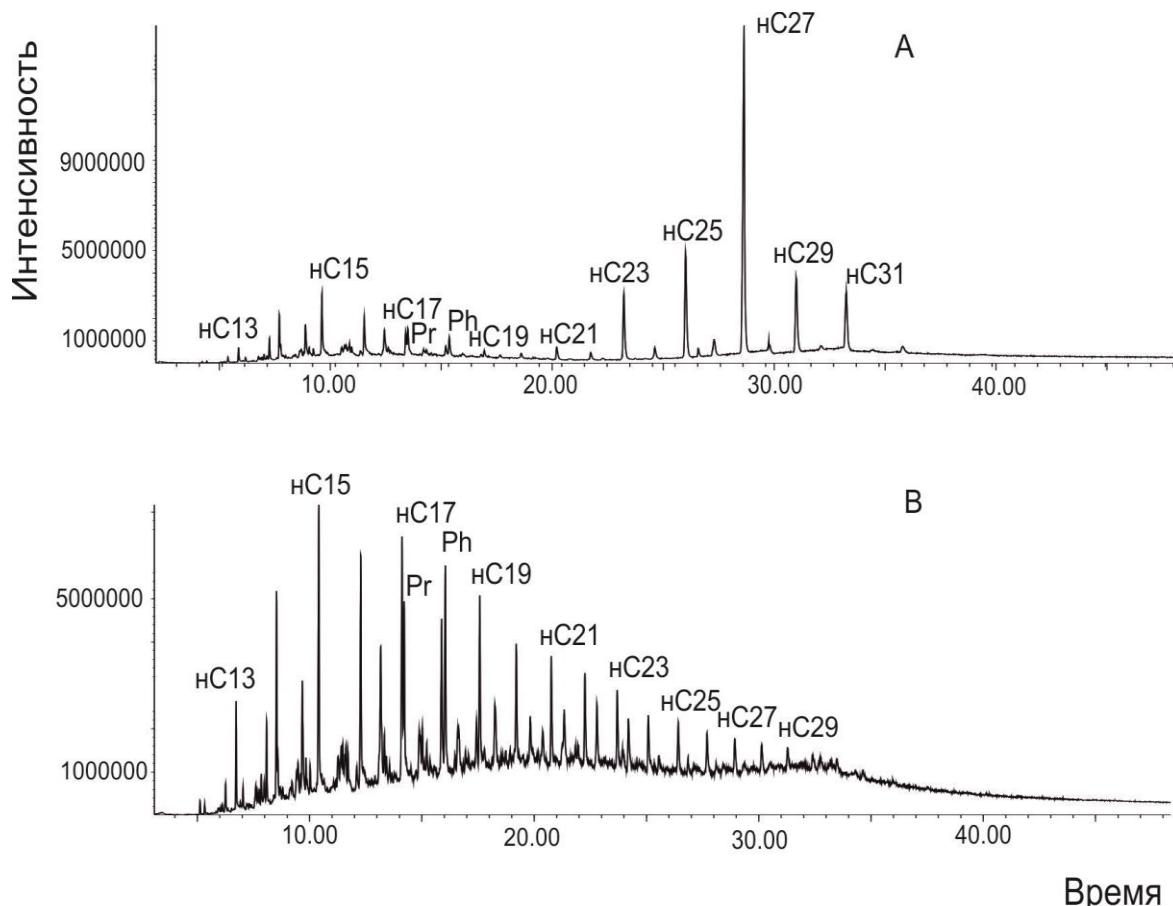


Рисунок 1. Масс-хроматограммы углеводородных фракций хлороформенных экстрактов чистого (А) и загрязненного (В) образцов почв.

Известно [1, 2], что при попадании нефти в почву, более легкие углеводороды испаряются, остальные сорбируются почвой и подвергаются процессам биodeградации и деструкции под влиянием физико-химических факторов среды. В регионах с умеренным климатом углеводородокисляющие микроорганизмы активизируются уже через 2-3 месяца после загрязнения [2]. В условиях криолитозоны эти процессы протекают значительно медленнее. О протекании процессов биodeградации можно судить по величине коэффициента биodeградации $K_{\text{биод.}} = iC_{19} + iC_{20} / nC_{17} + nC_{18}$ (соотношение суммы изопреноидов пристана и фитана к сумме рядом элюирующихся n-алканов nC₁₇ и nC₁₈). Это связано с избирательностью микробиологического окисления алифатических углеводородов [4, 6]. Из приведенных в табл. 1 данных видно, что микробиологическая активность углеводородокисляющих микроорганизмов в почвах криолитозоны проявляется лишь на второй-третий год после загрязнения (рост коэффициента биodeградации).

Как показали результаты 14-летнего мониторинга исследуемой территории, окислительная деструкция нефтезагрязнения сопровождается накоплением смол, преимущественно спиртобензольных. В чистых пробах почв в составе хлороформенных экстрактов также преобладают спиртобензольные смолы. Однако, согласно данным ИК-

спектроскопии, новообразованные спиртобензольные смолы в сравнении с природными обладают выраженным ароматическим типом строения. Известно, что смолистые ароматические соединения наиболее токсичны для почвенных биоценозов [2]. Таким образом, самовосстановление почв криолитозоны от нефтезагрязнений не является достаточным способом очистки и необходимо привлечение дополнительных очистных мероприятий.

Таблица 1

Особенности распределения индивидуальных углеводородов в загрязненных нефтью образцах почв по годам наблюдений.

ПАРАМЕТРЫ	Годы							
	2006	2007	2008	2009	2012	2015	2017	2021
Групповой состав алкановых УВ,% на \sum идентифицированных алканов:								
п-алканы	43,7	50,85	36,23	30,03	26,41	21,89	34,57	отс.
изопреноиды	15,5	18,40	22,86	25,76	32,16	35,03	22,71	отс.
12-и 13-метилалканы	14,8	14,52	9,63	16,37	отс.	отс.	отс.	отс.
\sum н.к.-nC ₂₀ / \sum nC ₂₁ -к.к.	1,5	1,33	1,89	1,17	0,98	–	–	–
максимум п-алканов	nC ₁₅	nC ₁₅	nC ₁₅	nC ₁₇	nC ₁₉	nC ₁₉	nC ₂₁	–
изопреноиды/ п-алканы	0,35	0,36	0,63	0,86	1,22	1,60	0,66	–
коэффициент неч/чет	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	–
$K_{\text{биод.}}$ iC ₁₉ +iC ₂₀ /nC ₁₇ +nC ₁₈	0,9	1,2	1,6	2,6	6,8	4,7	1,7	–

Условные обозначения: отс. – отсутствуют; н.к. и к.к. – начало и конец кипения, соответственно; неч/чет – отношение нечетных углеводородов к четным

Выводы

Загрязнение почв и донных осадков нефтью и нефтепродуктами ведет к трансформации геохимического фона по углеводородным компонентам. Самовосстановление почв криолитозоны протекает медленно. Процессы микробиологического окисления нефтезагрязнения активизируются лишь на второй-третий год после загрязнения. Трансформация нефтезагрязнения протекает с накоплением спиртобензольных смол преимущественно ароматического характера, что является токсичным для почвенных биоценозов. Это свидетельствует о необходимости проведения дополнительных восстановительных мероприятий для очистки почв криолитозоны от нефтезагрязнений.

Библиография

1. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И., Казеннов С.М., Ковалевский Ю.В., Путилина В.С. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. - М.: Наука, 2001. - 125с.

2. Оборин А.А., Хмурчик В.Т, Иларионов С. А., Маркарова М.Ю., Назаров А.В. Нефтезагрязненные биоценозы. УрО РАН; Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т. - Пермь, 2008. – 511с.
3. Abbasian F., Lockington R., Mallavarapu M., Naidu R. A Comprehensive Review of Aliphatic Hydrocarbon Biodegradation by Bacteria // Applied biochemistry and biotechnology (2015), 176(3), 699-670.
4. Ibatullina I. Z., Yakovlev A S and Semenova T A Specific Features of Oil Biodegradation in MeadowChestnut Soils of the Stavropol Region (Model Experiment) // Eurasian Soil Science (2012), 45(3), 329–336.
5. Glyaznetsova Yu.S., Zueva I. N., Lifshits S. Kh. Chalaya O. N. Transformation of Oil-Contaminated Soils of Cryolithozone // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. Special Issue-1, (2019), 26 – 36.
6. Kachinskii V.L., Gennadiev A. N. and Zavgorodnyaya Y.A. Hydrocarbon contamination of arctic tundra soils of the Bol'shoi Lyakhovskii Island (the Novosibirskie Islands) // Eurasian Soil Science (2014), 47(2), 57–69.

Распределение ртути в профиле почв Южной Сибири
Ляпина Е.Е. (Институт мониторинга климатических и экологических систем СО*
РАН г. Томск, eeldv@mail.ru)

Аннотация

В статье приводятся оригинальные данные о валовой концентрации ртути в типичных почвах степных, лесостепных ландшафтов, озерно-аккумулятивных равнин, а также систем межгорных понижений Южной Сибири. Получены количественные оценки распределения Hg в почвенных профилях на территории Томской области, Алтайского края, Республики Бурятия. Выявлены особенности распределения концентраций ртути в почвенных профилях в зависимости от гранулометрического состава, водородного показателя, электропроводности и магнитной восприимчивости.

Ключевые слова

Ртуть, почва, физико-химические свойства, геоэкология.

Источники финансирования

Исследования выполнены за счет средств государственной темы ИМКЭС СО РАН.

Теория

Ртуть - элемент первого класса опасности, присутствующий во всех компонентах окружающей среды. Определение особенностей накопления и распределения ртути в почвах важная задача геоэкологии и геохимии. Ртуть в почвах фоновых территорий варьирует в диапазоне 0,01-0,1 мг/кг и зависит от их типа. Максимальные концентрации приурочены, как правило к верхним горизонтам и обычно снижается с глубиной. Миграция металла вниз по профилю почв зависит от свойств почв, соединений металла и др. Для Сибири характерны уровни ртути в пределах 0,005-1,275 мг/кг [1, 4].

Целью данной работы является определение валового содержания ртути и особенностей ее распределения в почвенном профиле, а также выявление взаимосвязи с физико-техническими характеристиками типичных почв Южной Сибири.

Отбор проб грунта проводился на территории Алтайского края, Томской области и Республики Бурятия методом шурфа, согласно [2]. Пробы отбирались на глубину почвенного профиля 90-120 см с интервалом 5 см. На территорию Томской области отобрано 2 почвенных разреза: на полигоне «Фоновый» на станции ИОА СО РАН 70 км к югу от г. Томск (далее Киреевск) глубиной 85 см, а также в пригороде г. Томска с южной вдоль р. Томь (далее Потаповы Лужки) глубиной 90 см. На территории Алтайского края было отобрано также 2 почвенных разреза: в лесостепной зоне возле с. Добровольщина (далее Добровольщина) глубиной 90 см, а также в степной зоне возле оз. Песчаное (далее песчаное) глубиной 100 см. Район исследования в Республике Бурятия расположен в Прибайкалье, на территории Национального парка «Тункинский» возле п. Жемчуг (далее Жемчуг), почвенный разрез глубиной 120 см.

Изучение проб осуществляли в учебно-научной лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» НИ ТПУ.

Содержание Hg в пробах определяли на анализаторе ртути РА-915+, методом атомной абсорбции с помощью приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения ртути - 5 нг/г). Точность определения анализа - 5 нг/г, содержание ртути в пробах рассчитывали на 1 г сухого вещества. Кроме того были определены водородный показатель и электропроводность водной вытяжки почв, а также магнитная восприимчивость. Гранулометрический анализ почв проводился при помощи лабораторных сит диаметром 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,1; 0,04 мм.

Почвы участка «Киреевск» являются почвами I террасы р. Обь с преобладающими дерново-глеевыми, реже светло-серыми глееватыми почвами. Почвы участка «Потаповы Лужки» – почвы II террасы р. Томь, сложенные породами более легкого гранулометрического состава, более дренированы и представлены в основном светло-серыми и серыми лесными почвами [3]. Почвы участка «Добровольщина» относятся к южным черноземам Кулундинской степи. Почвы участка «Песчаное» характеризуются как темно-каштановые южные черноземы Кулундинской степи. Почвы участков Алтайского края залегают на среднесуглинистых почвообразующих породах [5]. Почвы участка «Жемчуг» являются долинными березовыми разнотравными с дерновыми лесными глееватыми почвами с участками осоково-разнотравных лугов (часто закустаренных) с луговыми черноземовидными почвами [8].

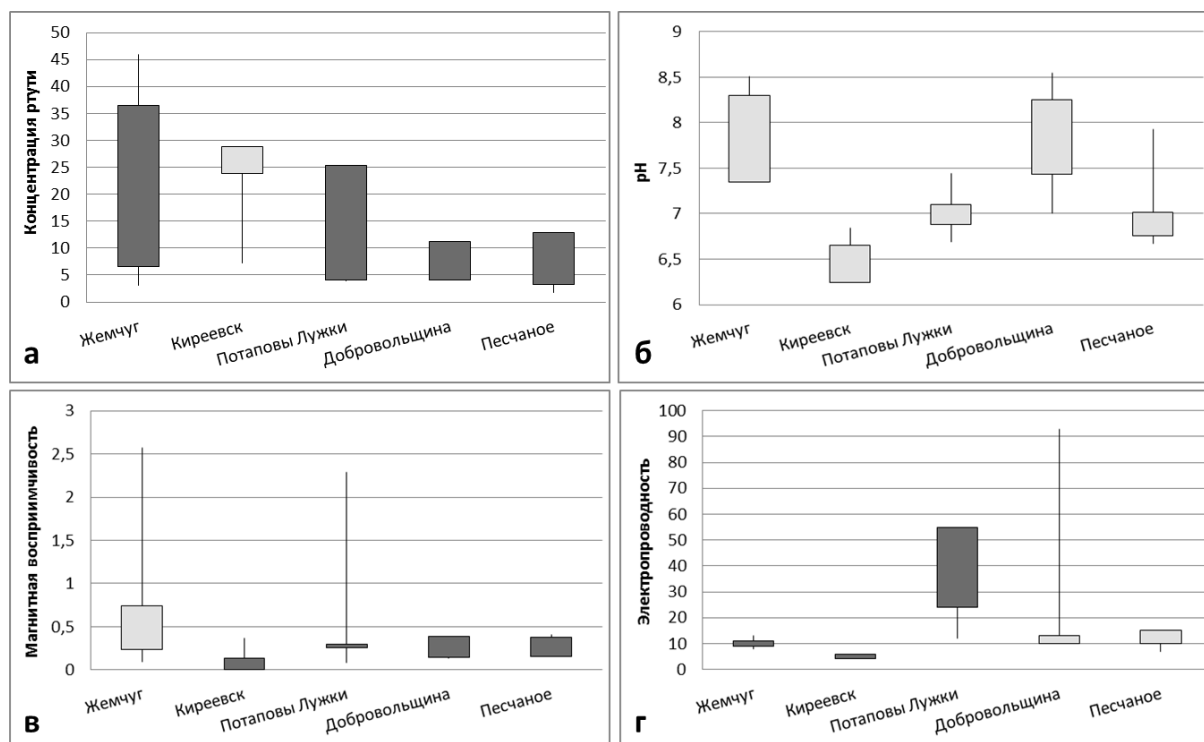


Рисунок 1. Содержание ртути и физико-технические характеристики типичных почв Южной Сибири: а – концентрация ртути, нг/г; б – водородный показатель почвенной вытяжки, ед. рН; в – магнитная восприимчивость, 10⁻³ед.; г – электропроводность, μS/cm

Профили всех исследованных почв имеют похожий вид: максимальные концентрации ртути отмечаются в верхней части профиля с последующим снижением вниз по почвенному профилю. Исключение составляет только почвенный разрез участка «Киреевск», где максимальные концентрации выявлены на глубине 80 см.

Среднее содержание ртути в пробах почв, отобранных на территории Томской области, составляет 15 нг/г (4-29 нг/г). Наименьшее средние концентрации на территории Алтайского края, 7 нг/г (2-13 нг/г). Максимальное среднее содержание отмечается в почвах участка «Жемчуг» - 22 нг/г (3-46 нг/г).

В зависимости от гранулометрического состава содержание ртути в исследованных образцах варьирует от 4,6 до 23,8 нг/г (табл. 1). В половине случаев наибольшее содержание ртути отмечается в самой мелкой фракции >0,04 мм, что соответствует крупной пыли по (Классификация механических элементов (По Н.А. Качинскому)). В остальных случаях максимальные концентрации ртути приходятся на частицы почвы >1; >0,5 мм и >0,125 мм, что соответствует среднему и мелкому песку по [7].

Водородный показатель почвенной вытяжки из всех отобранных проб меняется от 6,2 до 8,6 единиц рН, что соответствует слабокислой и слабощелочной реакции по существующей градации. Полученные значения электропроводности изменяются от 4 до 94 $\mu\text{S}/\text{cm}$, причем наименьшее значение отмечается на участке «Киреевск», что свидетельствует о низком содержании глинистых частиц, наибольшее на участке «Песчаное». Магнитная восприимчивость примерно одинакова у всех почв и составляет $0,01-0,57 \cdot 10^{-3}$ ед.

Расчёты эколого-геохимических особенностей накопления ртути типичными почвами Южной Сибири показали отсутствие превышения среднего содержания ртути над фоном для почв всех исследованных регионов. Все полученные концентрации ртути ниже ПДК (2100 нг/г) и Кларка в земной коре (45 нг/г), однако превышают значения относительно почв Земли (10 нг/г) [6].

Таблица 1
Содержание ртути в зависимости от физико-технических характеристик почв

Показатель	Участок									
	Добровольщина		Песчаное		Киреевск		Потаповы Лужки		Жемчуг	
ГС ¹ , мм	С _{Hg}	%	С _{Hg}	%	С _{Hg}	%	С _{Hg}	%	С _{Hg}	%
>1	5,1 ²	13 ³	4,6	11,4	16,3	18,5	11,6	19,8	21,9	28,6
>0,5	5	12,9	5,1	12,3	17,3	21	11,09	20,5	21,4	21,2
>0,25	5,1	13,2	5,7	12,2	12,9	15,2	9,2	15,4	21,7	16,7
>0,125	6,2	15,9	6,6	14,2	12,4	14,8	7,8	12,8	23,8	15
>0,1	7,8	20,3	8,6	19,3	12,6	15	9,2	15,3	21	6,2
>0,04	9,7	24,8	15,9	30,5	12,5	15,4	9,6	16,1	19,6	15

Примечание: 1 – гранулометрический состав; 2 – содержание ртути во фракции, нг/г; 3 – доля фракции

Концентрации ртути в почвенных профилях всех исследованных участков снижается с увеличением рН и магнитной восприимчивости. Исключение составляют почвы участка «Киреевск» в Томской области, где концентрации ртути растут с повышением значений электропроводности и магнитной восприимчивости. Кроме того, от величины рН зависит электропроводность и магнитная восприимчивость почв. Причем, подщелачивание почв снижает величину магнитной восприимчивости и электропроводности почвенной вытяжки.

Выводы

Концентрации ртути в типичных почвах Южной Сибири соответствуют данным ранее проведенных исследований [1, 4] и являются фоновыми. График изменения содержания ртути по глубине почвенного профиля для большинства участков имеет классический вид с максимумом в верхней части профиля с последующим снижением с глубиной. Концентрации ртути в профилях связаны с наличием глинистых частиц и увеличиваются со смещением реакции почвенной вытяжки в кислую сторону. При увеличении магнитной восприимчивости и электропроводности концентрации элемента снижаются.

Библиография

1. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // *Химия в интересах устойчивого развития*, т.3, № 1-2, 1995, с. 69-111.
2. Важов В.М. Гречиха на полях Алтая: монография / М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2013. – 188 с.
3. ГОСТ 17.4.02-84. "Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа", а также "Временными методическими рекомендациями по контролю загрязнения почв", М., Гидрометеиздат, 1983.
4. Дорожукова С.Л., Янин Е.П., Волох А.А. Ртуть в почвах и озерных отложениях северных районов Тюменской области // *Эколого-геохимические проблемы ртути (сборник научных статей)*. М.: ИМГРЭ, 2000, с. 83-90.
5. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвы Обь-Томского междуречья // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2011. № 3 (15). С. 16–37.
6. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // *Вестник московского университета, сер. 5 География*, 2015, №2, с. 7–17.
7. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. — Москва: Изд-во АН СССР, 1958. — С. 25. — 191 с.
8. Черкашина А.А., Голубцов В.А. Структура почвенного покрова Тункинской котловины // *География и природные ресурсы* 2016 №3, с. 130-140.

Предложения по совершенствованию системы особо охраняемых природных территорий местного значения в Российской Федерации
Мазаев А.В.* (МГРИ имени Серго Орджоникидзе, mazaevav@mgri.ru),

Аннотация

В Российской Федерации большая часть особо охраняемых природных территорий (как по абсолютному количеству, так и по площади) приходится на системы регионального и местного значения. При этом требуется упорядочивание категорий ООПТ регионального и местного уровня, так как фактически отсутствуют согласованных и четких критериев создания, определения целей и задач, особенностей функционирования новых ООПТ. Рассмотрена ситуация с распределением ООПТ федерального, регионального и местного уровня, выявлены недостатки, предложены мероприятия по дальнейшему совершенствованию системы ООПТ местного значения.

Ключевые слова

Особо охраняемые природные территории, ООПТ, охрана природы, управление ООПТ, экология

Теория

Создание и эффективное функционирование систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ) представляет собой одну из ключевых и наиболее эффективных мер реагирования человечества на деградацию естественных сред обитания и их фрагментацию, а также предотвращает сокращение и утрату биологического разнообразия.

Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" (с изменениями и дополнениями) регламентирует организацию 6 основных категорий ООПТ с учетом особенностей режима ООПТ и статуса находящихся на них природоохранных учреждений: государственные природные заповедники, в том числе биосферные; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады. При этом субъекты Российской Федерации и органы местного самоуправления также вправе устанавливать и иные категории особо охраняемых природных территорий. [4].

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [3] в Российской Федерации насчитывается около 11,8 тыс. ООПТ федерального, регионального и местного значения. При этом отмечается тенденция по сокращению общего числа ООПТ в Российской Федерации, но, при этом, увеличилась суммарная площадь ООПТ. Так, с 2010 по 2019 годы общее количество ООПТ сократилось на 115 единиц, а общая площадь ООПТ увеличилась на 27,8 млн.га. Это результат «оптимизации» системы управления ООПТ в России. Доля ООПТ регионального и местного значения составляет 97,5 % от всего числа ООПТ (около 11500 единиц) и 69,1 % от общей площади (что составляет 165 млн га) [3]. Процентное соотношение ООПТ различных уровней приведено на рис. 1 и 2:

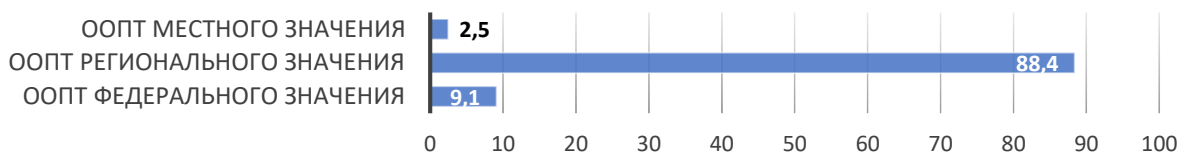


Рисунок 1. Соотношение количества ООПТ федерального, регионального и местного значения в Российской Федерации, % (по состоянию на 2019 год), по данным Росстата

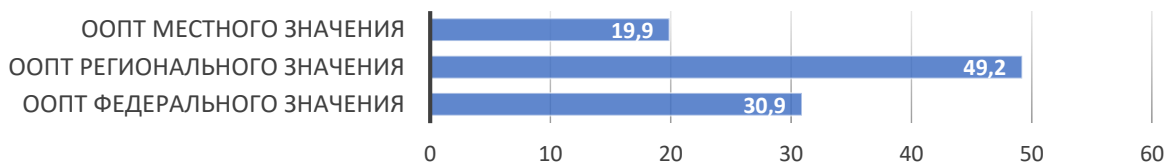


Рисунок 2. Соотношение площади ООПТ федерального, регионального и местного значения в Российской Федерации, % (по состоянию на 2019 год), по данным Росстата

По Федеральному закону к ООПТ регионального значения относятся природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады. По данным Государственного доклада – в 2019 г. общее количество ООПТ регионального значения составило 10446 единиц (в 2018 г. — 10442 ед.), включая: 95 природных парков, 2390 государственных природных заказников, 7436 памятников природы, 28 дендрологических парков и ботанических садов. Также функционируют 497 ООПТ иных категорий, установленных региональными законами об ООПТ в субъектах РФ. Аналогична ситуация и с ООПТ местного значения. В 2019 г. в Российской Федерации насчитывалось 1081 ООПТ местного значения общей площадью 47,5 млн га. По сравнению с 2014 г. площадь ООПТ местного значения увеличилась на 21 млн га. Но снизилось общее количество ООПТ на 51 единицу в сравнении с показателями 2018 года (рис. 2) [3].

В 57 субъектах РФ (из 85 субъектов) в соответствии с региональным законодательством об ООПТ созданы и функционируют иные категории ООПТ регионального и местного уровня. Лидерами по количеству ООПТ регионального и местного уровня являются Тверская, Свердловская и Нижегородская области [2]. Суммарно по России дополнительных категорий ООПТ регионального значения насчитывается около 30, местного значения – около 50 [1].

Проведенный анализ показал, что в тех субъектах РФ, где законодательством выделены иные категории ООПТ, они могут иметь абсолютно различные названия, но при этом выполнять одинаковые функции и наоборот - при одинаковых названиях категорий они имеют различное предназначение. Состав и особенности таких региональных и местных категорий ООПТ определяются природными, социальными, экономическими, культурно-историческими условиями и особенностями того или иного региона нашей страны.

Целью создания ООПТ местного значения является сохранение природной среды в местах проживания человека (в основном – это городские территории и урбанизированные ландшафты). Задачи местных ООПТ различны, но их можно свести к следующим направлениям: реализация природоохранных и научно-исследовательских мероприятий; обеспечение благоприятной окружающей среды; сохранение природной среды на урбанизированных территориях; сохранение визуального и эстетического

уровня урбанизированных территорий; создание условий для отдыха населения (в том числе массового) и сохранение рекреационных ресурсов; экологическое просвещение и воспитание людей различного возраста. Зачастую цели и задачи, функции режим особой охраны для таких территорий повторяет друг друга. Примеры категорий ООПТ местного значения:

Вологодская область: туристско-рекреационные местности; природные резерваты; природно-культурные местности; болотные комплексы; парки.

Иркутская область: природные ландшафты; природно-антропогенные ландшафты; природные микрозаказники; природные микрорезерваты; особо охраняемые территории природно-исторического назначения; особо охраняемые территории водных объектов; особо охраняемые территории геологических объектов и комплексов.

Московская область: особо охраняемые водные объекты; природные рекреационные комплексы; природные резерваты; памятники живой природы; ландшафтные парки.

Пермский край: охраняемые ландшафты; природные резерваты; историко-природные комплексы и территории; природные культурно-мемориальные парки; экологические парки.

Чукотский АО: памятники садово-паркового искусства, охраняемые береговые линии, охраняемые речные системы, охраняемые природные ландшафты, биологические станции, микрозаповедники.

Даже приведенные примеры показывают разнообразие названий «местных» категорий ООПТ и их возможные направления деятельности и функции.

Для упорядочивания задач и основных функций были проанализированы все категории ООПТ муниципального уровня, поставленные на кадастровый учет, их названия, основные цели и задачи, и все эти территории были сгруппированы и представлены в виде матрицы. Каждой группе определено свое название (таблица 1).

- А. Туристско-рекреационная местность:** Парк культуры и отдыха, Городской парк, Загородный парк, Ландшафтный парк, Лесопарк, Туристско-рекреационная местность, Природный рекреационный комплекс, Городской лес – территория, обладающая природными лечебными рекреационными ресурсами и пригодная для отдыха населения;
- В. Природозащитный участок:** Охраняемый ландшафт, Охраняемый природный ландшафт, Садово-парковый ландшафт, Природный комплекс, Охраняемый природный долинный комплекс, Охраняемая речная система, Охраняемая береговая линия, Охраняемый водный объект – территория, на которых осойобо охраняется один вид или группа видов, или весь природный комплекс;
- С. Достопримечательность природы:** Пещеры, Уникальные озера, Мемориальное дерево, Детский экологический парк, Природная достопримечательность-территория, выделенная для демонстрации, изучения и интенсивного воспроизводства видов флоры и фауны.

Таблица 1..

Основные задачи управления ООПТ по разным категориям

Задачи	А	В	С
Экологическое образование и просвещение	0	2	1
Массовый отдых, туризм	1	0	2
Сохранение природных объектов	0	1	2
Научные исследования и мониторинг ОС	2	1	1
Обеспечение благоприятной окружающей среды	1	1	1
Сохранение визуального и эстетического уровня урбанизированных территорий	1	2	1

Условные обозначения:

- 1 - Первоочередные задачи
- 2 - Второстепенные задачи
- 0 - Несвойственные задачи

Выводы

В дальнейшем предложенная матрица поможет упростить организацию ООПТ местного уровня и совершенствовать природоохранную систему, так как были определены типовые задачи всех категорий охраняемых природных территорий и их характер использования. При организации и эксплуатации ООПТ местного уровня вне зависимости от их «группы» (А, В, С) должен использоваться экологический, а не административный подход, который предполагает следующие виды экологических исследований: Оценка геоэкологических условий и современного экологического состояния территории перед началом эксплуатации; Оценка рекреационной нагрузки; Разработка и функционирование системы экологического мониторинга на этих территориях.

Библиография

1. Мазаев А.В. Учебное пособие «Охрана окружающей среды. Часть 1. Заповедное дело» М.: Изд-во "ОнтоПринт", 2019. – 192 с.
2. Мазаев А.В., Цымбал И.С. «Обзор и анализ общего состояния системы особо охраняемых природных территорий в Российской Федерации на региональном уровне и предложения по совершенствованию системы». В сборнике Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ). [Текст]: материалы Международной научно-практической конференции / Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ–РГГРУ). В 2 т. Т. 2 – М.: Издательство НПП «Фильтроткани», 2018., с.138-140
3. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. — М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020. — 1000 с.
4. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" (с изменениями и дополнениями)

Сравнительный анализ эффективности очистки сточных вод на очистных сооружениях

Макаров Алексей Викторович* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), makar95alex@gmail.com) **Слащева Анна Викторовна**, (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), anna_slascheva@mail.ru)

Аннотация

Целью данной работы является, сравнительный анализ эффективности и степени очистки сточных вод на примере очистных сооружений. Для оценки степени эффективности очистки сточных вод на очистных сооружениях, были отобраны пробы воды, на основе которых, были получены данные по результатам очистки сточных вод. Исследования проводились на различных видах очистных сооружений (ОС), различающихся по мощности, назначению и очистки видов сточных вод, а именно: хозяйственно-бытовых и ливневых.

Ключевые слова

Хозяйственно-бытовые очистные сооружения, ливневые очистные сооружения, сточные воды, поверхностные стоки, предельно допустимая концентрация.

Оценка эффективности очистки сточных вод очистных сооружений пос. Пироговский. Очистные сооружения хозяйственно-бытовой канализации расположены на участке площадью 1,6361 га, в пос. Пироговский, Мытищенского района, Московской области, который принадлежит предприятию Мытищенское МУП «Водоканал». Участок приурочен к р. Клязьма. [3].

Производительность ОС составляет до 5 тыс. м³/сут. На очистные сооружения поступает количество сточных вод от: 1) хозяйственно бытовых источников: 3102 м³/ср. сут. и 1132 т м³/год; 2) производственных источников: 528,5 м³/ср. сут. и 193,4 т м³/год [3].

Хозяйственно-бытовые ОС, предназначены для очистки сточных вод бытового и хозяйственно-фекального назначения - которые отводятся из жилых помещений [1]. Технологическая схема состоит из – механического этапа очистки, где сточные воды поступают в приемную камеру существующей насосной станции, откуда подаются вертикальные решетки, а дальше в песколовки. Из песколовки вода самотеком поступает на существующие первичные вертикальные отстойники диаметром 6 метров и объемом 170 м³. Далее начинается этап биологической очистки, который осуществляется в аэротенках с активным илом и последующим отстаиванием на вторичных отстойниках. После чего вода проходит этап УФ обеззараживания и далее сбрасывается в р. Клязьма.

Оценка химического анализа была дана на основе химического анализа на входе и выходе сточных вод на очистные сооружения (Рисунок 1-2)

По данным (Рисунок 1) видно, что по превышению предельной допустимой концентрации (ПДК) лидирует показатель биологического потребления кислорода (БПК) (превышение ПДК в 167 раз). На втором месте, показатель химическое потребление кислорода (ХПК) (превышение ПДК в 26,88 раз), а на третьем аммоний-ион

(превышение ПДК в 24,65 раз). Вещества, которые не превышают ПДК: хлориды, сульфаты, нитрит-ион и нитрат-ион.

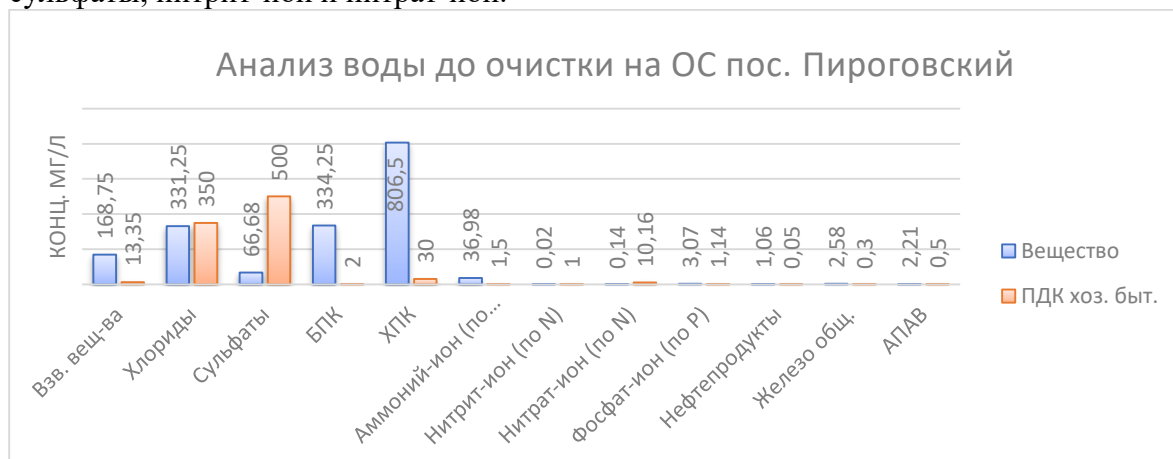


Рисунок 1. Анализ воды до очистки на ОС пос. Пироговский (составлены авторами)

По результату анализа, на выходе из ОС (Рисунок 2), можно видеть, что концентрация ПДК превышена у БПК в 1,68 раз, нефтепродуктов в 1,48 раз и взвешенных веществ в 1,04 раза. Эти показания говорят о высокой нагрузке сточных вод на очистные сооружения.

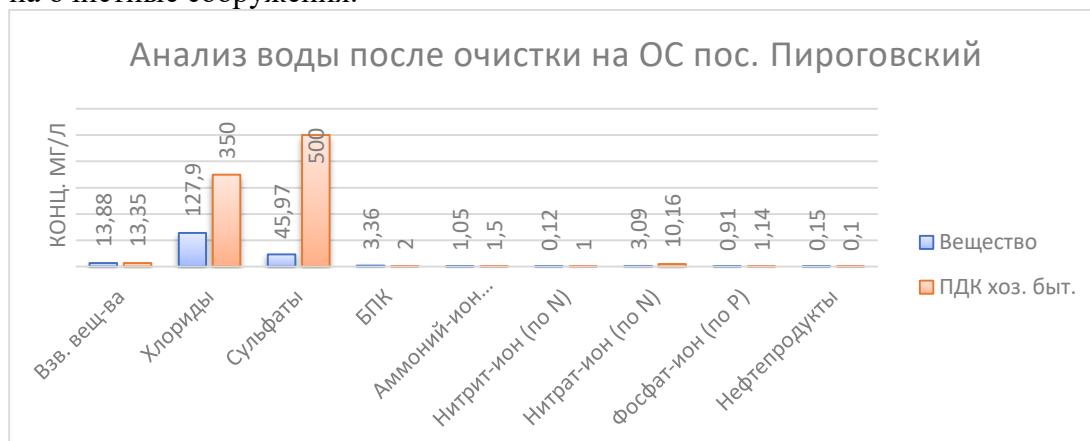


Рисунок 2. Анализ воды после очистки на ОС пос. Пироговский (составлены авторами)

Оценка эффективности очистки сточных вод очистных сооружений ОАО «ВАРЗ-400». Ливневые очистные сооружения расположены по адресу: г. Москва, Заводское шоссе, домовладение 19 на территории «Внуковский авиаремонтный завод № 400» (ВАРЗ-400), являющийся частью инфраструктуры аэропортного комплекса Внуково, деятельностью которого, является ремонт и обслуживания всех видов технического обслуживания самолетов Ту-154, а также ремонт и замена компонентов.

Ливневые очистные сооружения и системы устанавливаются там, где происходит постоянное скопление дождевых потоков или тающих снегов [1]. Технологическая линия очистных сооружений включает в себя несколько степеней очистки: очистка от взвешенных веществ; от песка, масла и бензина нефтепродуктов и легкой взвеси и дальнейшим УФ обеззараживанием [6].

По результатам анализа (Рисунок 3), на входе в ОС, наблюдаются наиболее сильные превышения по нефтепродуктам (превышение ПДК в 90 раз), аммоний-ионом (превышения ПДК в 80 раз) и по взвешенным веществам (превышение ПДК в 74 раза).

Вода является очень загрязненной, превышения ПДК наблюдаются немного ниже чем в 100 раз. Необходимы принятия жестких мер, дополнительной очистке и осмотру оборудования по очистке сточных вод.

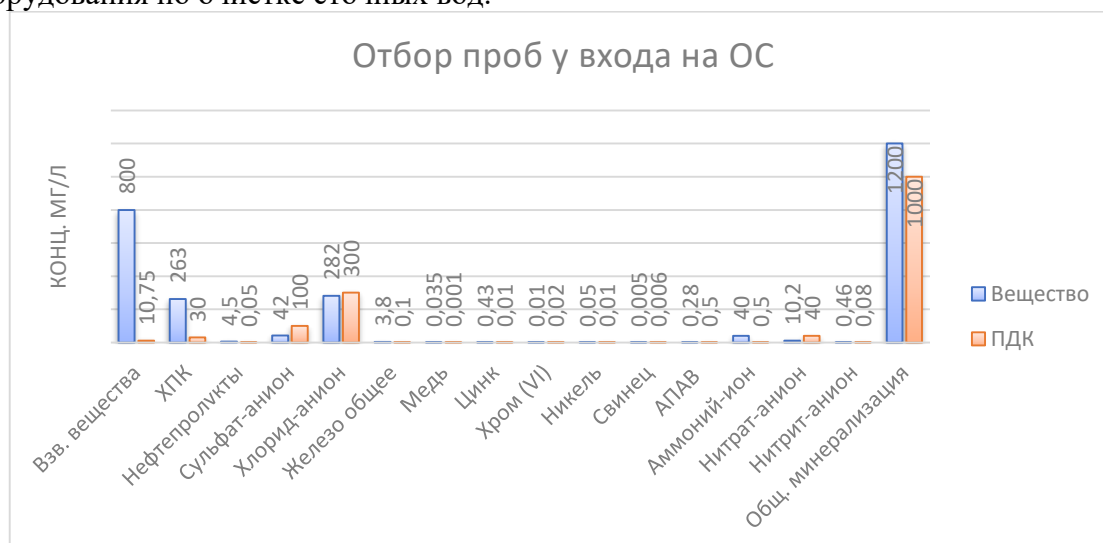


Рисунок 3. Отбор пробы на входе в ОС «ВАРЗ-400» (составлены авторами)

По результатам анализа (Рисунок 4), наблюдаются наиболее сильные превышения по нитрит-аниону (превышение ПДК в 21 раз) и меди (превышение ПДК в 18 раз). Необходимы принятия жестких мер, дополнительной очистке и осмотру оборудования по очистке сточных вод. Очистные сооружения не справляется со своей задачей.



Рисунок 4. Отбор пробы на выходе из ОС «ВАРЗ-400» (составлены авторами)

Оценка эффективности очистки сточных вод очистных сооружений ООО «Состра». Очистные сооружения поверхностного стока расположены по адресу: Московская область, г.о, Истра, д, Бужарово, ул, Центральная, д, 21, ООО «Состра». В соответствии с заданием проектная суточная производительность очистных сооружений поверхностного стока принимается равной 200 м³/сутки [4].

Ливневые очистные сооружения предназначены для очистки от скопления дождевых потоков и тающих снегов. Технологическая схема состоит из механического этапа – очистка воды с помощью решеток или мусорудерживающей корзиной, после чего вода проходит в песколовки, для очистки от мелких минеральных примесей и отделения от нефтепродуктов, после чего вода направляется на этап физико-химической очистки. На данном этапе вода подвергается коагулированию - укрупнения взвешенных

веществ и образованию хлопьев с добавлением растворов флокулянта, которые задерживаются на напорных зернистых фильтрах. Глубокая доочистка достигается сорбцией с использованием активированного угля. Последний этап доочистки осуществляется с помощью установки УФ обеззараживания, после чего очищенную воду сбрасывают в водный объект [6].



Рисунок 5. Результаты анализа на входе и выходе из ОС «ВАРЗ-400» (составлены авторами)

По результату анализа (Рисунок 5), на входе в ОС ООО «Состра» наблюдаются превышения ПДК в десятки раз. На выходе из ОС наблюдается небольшое превышение ПДК в 1,05 раз по БПК. Это показывает, что методы и оборудование по очистке сточных вод необходимо проанализировать и отрегулировать механизм очистки сточных вод.

Выводы

В результате проведенного исследования были получены следующие выводы:

1. Установлено, что объем и концентрация анализируемых веществ сточных вод, поступающих на ливневые ОС меньше, чем в хозяйственно-бытовых. Исключением являются ливневые ОС «ВАРЗ»-400, которые расположены на предприятии промзоны.

2. Нами дана оценка эффективности очистки сточных вод на различных по классификации ОС (по различному виду и составу поступающих сточных вод). Установлено что на всех ОС наблюдались превышения гигиенического норматива анализируемых веществ, означающее, что ОС не до конца справлялись с очисткой вод.

Наиболее эффективно справились со своей задачей – ливневые очистные сооружения ООО «Состра» где наблюдается полная очистка анализируемых компонентов до требований гигиенического норматива на выходе из ОС за исключением небольшого превышения ПДК по нефтепродуктам (в 1,05 раз,).

Удовлетворительно со своей задачей справились – очистные сооружения пос. Пироговский, которые не до конца справляются с очисткой сточных вод. Это связано с тем, что на ОС поступает очень большой объем сточных вод. Наблюдаются не большие превышения ПДК (до 2 раз) по трем компонентам.

Не выполнили свою задачу – ливневые ОС ОАО «ВАРЗ-400», где на выходе из ОС наблюдаются превышения ПДК по 9 веществам и превышения норматива составляют в десятки раз. Это доказывает, что ОС неэффективны.

Библиография

1. Виды и состав сточных вод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vodakanazer.ru/kanalizaciya/stochnaya-voda.html#i> - Дата обращения: 23.12.2020
2. ГН 2.1.5.1315-03. ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы.
3. Проект организации СЗЗ «Реконструкция очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации пос. Пироговский 2017 г.»
4. ПМООС «Строительство локальных очистных сооружений поверхностного стока ООО «Состра» 2015 г.»
5. Протокол испытаний результатов анализов очистных сооружений ОАО «ВАРЗ-400»
6. Сооружения для очистки сточных вод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.architectnew.ru/anp-1320.html> - Дата обращения: 23.12.2020

**Оценка воздействия полигона ТКО Ядрово на окружающую среду
Макушина Т.А. * (МГРИ-РГГРУ, makushina9922@gmail.com)**

Аннотация

В данной статье отражены основные аспекты оценки негативного воздействия на ОС на примере конкретного объекта размещения ТКО - полигона захоронения ТКО Ядрово в Московской области.

Для исследования объекта были задействованы дистанционные и расчётные методы. В статье подробно рассмотрено негативное воздействие полигона на компоненты ОС, а также рассчитаны суммарные выбросы загрязняющих веществ в период подготовительного этапа рекультивации для ИЗА 6001. Тело полигона.

Ключевые слова

Полигон, окружающая среда, оценка, негативное воздействие.

Теория

Основными проблемами, связанными с размещением новых отходов на территории Московской области, являются перегруженность действующих полигонов ТКО, у большей части которых заканчивается срок эксплуатации в связи с полным их заполнением, несоответствие большей части действующих полигонов требованиям земельного законодательства, планировочным ограничениям, современным экологическим и санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Важнейшим и наиболее подверженным загрязнению компонентом ОС является атмосфера. Выбросы в атмосферу наблюдаются в периоды проведения подготовительных и технических работ, и носят непродолжительный характер. При рекультивации полигона основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются: двигатели строительных машин и механизмов; выбросы от мусоровозов, доставляющих отходы [1].

Во время эксплуатации полигона в атмосферном воздухе на территории полигона в зоне складирования отходов наблюдаются высокие концентрации аммиака — до 1,2 мг/м³. Также в теле полигона можно выявить очаги тления или активного горения. В зонах тления и горения в результате экзотермических химических реакций и микробиологических процессов температура на поверхности составляет 37 °С (при температуре окружающего воздуха 0 °С), возрастая в глубь на 20 см до 85 °С. Анализ воздуха в зоне тления свалки показывает наличие таких токсичных компонентов как метан, оксид углерода, фенантрен и др.

Из тела полигона ТКО происходит выделение свалочного газа- биогаза, образующегося в толще ТКО, захороненных на полигоне. Биогаз может распространяться и рассеиваться на больших расстояниях от источника выделения по причине неправильного составления розы ветров, а также при нерациональном расположении тела полигона [2].

В ходе исследовательской работы были проведены расчёты выбросов ЗВ на подготовительном этапе рекультивации, а также был составлен перечень ЗВ в подготовительный период этапа рекультивации для ИЗА 6001. Тело полигона. Расчёты были произведены на основе исходных данных, приведённых в Таблице №1. Расчёты были выполнены на основе методики расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов Москва 2004 г., с датой актуализации документа 01.02.2020.

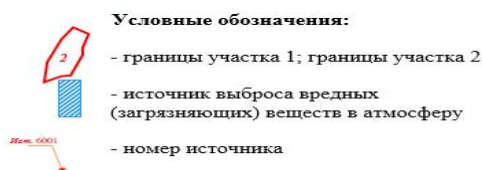
Таблица 1
Исходные данные для расчёта (Полигон ТКО Ядрово) [4].

Наименование объекта	Расчётный параметр			
	Характеристика, обозначение	единица	значение	
Полигон ТКО	Концентрации компонентов в биогазе, C_i			
	301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	мг/м ³	1392
	303	Аммиак	мг/м ³	6659
	330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	мг/м ³	878
	333	Дигидросульфид (Сероводород)	мг/м ³	326
	337	Углерод оксид	мг/м ³	3148
	410	Метан	мг/м ³	661028
	616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	мг/м ³	5530
	627	Этилбензол	мг/м ³	1191
	1325	Формальдегид	мг/м ³	1204
	г. Москва			
		Средняя температура	С°	11,67
		Количество тёплых дней ($t > 8 \text{ }^\circ\text{C}$)	-	153
		Количество тёплых месяцев ($t > 8 \text{ }^\circ\text{C}$)	-	5
		Количество холодных дней ($0 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$)	-	61
		Количество холодных месяцев ($0 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$)	-	2
	Параметры полигона			
		Период функционирования полигона	лет	11
		Количество отходов в год	тонн	420 000
		Влажность	%	47
	Органические составляющие		20	
	Жироподобные вещества		20	
	Углеродоподобные вещества		25	
	Белковые вещества		35	

По итогу расчётов можно сделать выводы о том, что на подготовительном этапе рекультивации полигона в атмосферный воздух из стационарного неорганизованного площадного ИЗА №6001. Тело полигона (рис.1) будут выбрасываться 9 наименований загрязняющих веществ, из которых 0 веществ находятся в твёрдом состоянии, и 9 веществ находятся в жидком или газообразном состоянии [5]. Суммарный годовой

выброс загрязняющих веществ (ЗВ) составляет 7458,231943 (т/год), а суммарный максимально разовый выброс равен 434,045198 (г/с).

Рисунок 1. План полигона ТКО Ядрово с нанесением источников выбросов [6].



Если рассматривать воздействие полигона ТКО Ядрово на поверхностные и подземные воды, то негативное воздействие проявляется в виде фильтрата. Фильтрат содержит в себе растворы солей, в том числе и экзогенных химических веществ, микробиологически загрязнен, имеет окраску и неприятный запах. Микробиологическое загрязнение - возникновение избыточного количества микроорганизмов по причине их размножения на поверхностях, сферах. Это патогенные вирусы, находящиеся в ОС, обладающие устойчивостью к природной среде [3].

Воздействие рассматриваемого объекта на геологическую среду выражается в изменении рельефа при выполнении строительных и планировочных работ, увеличении нагрузки на грунты оснований от веса различных сооружений, изменений условий поверхностного стока [3].

Самый большой вклад в негативное воздействие вносит свалочный газ. Заболеваемость населения вблизи полигона ТКО может быть обусловлена токсическими свойствами газообразных выбросов. Также это отражается на демографической напряженности, выражающееся в уменьшении численности и плотности населения в рассматриваемом и исследуемом городском округе.

Рассматривая главные тезисы всемирной конференции представителей ВОЗ, касающиеся влияния свалок на здоровье человека, можно выделить следующие виды воздействия на организм человека: повышенный риск рождения младенцев с дефектами нервной трубки; повышение риска развития рака гортани, поджелудочной железы,

печени; долгосрочный эффект не только на живущих возле свалок людей, но и на их потомство.

Выводы

Оценка возможного негативного воздействия полигона ТКО в Московской области на ОС показала присутствие загрязнения окружающей среды от исследуемого объекта, однако полигон отвечает основным нормам и правилам захоронения ТКО. Исследуемый объект, безусловно, требует усовершенствования инфраструктуры с целью минимизации негативного воздействия на население и прилегающие ландшафты. Также необходимо обратить внимание на негативное воздействие, проявляющегося в виде фильтрата, который может стекать в р. Городню. На полигоне ТКО Ядрово необходимо провести плановые и внеплановые проверки для выявления возможных причин возникновения дефектов и выработки мер по их устранению.

Библиография

1. Большаков В. Н., Литунов И. Н. и др. Экология / Под ред. Г. В.Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. М., 2000.
2. Букс И. И., Фомин С. А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: Учеб. пособие. М., 1999.
3. Максименко Ю. Л., Горкина И. Л. Оценка воздействия на окружающую среду. Пособие для практиков. М., 1996.
4. Инвентаризация источников выбросов [Электронный ресурс] URL: <https://helpiks.org/4-85777.html> (дата обращения: 18.02.2021).
5. Классификация загрязнений. Индексы загрязнений. [Электронный ресурс] URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=87537> (дата обращения: 18.02.2021).
6. Яндекс. Карты [Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/maps/213/moscow/?ll=37.622504%2C55.753215&source=wizgeo&utm_medium=maps-desktop&utm_source=serp&z=10 (дата обращения: 18.02.2021).

Оценка риска негативного воздействия на организм от электромагнитного излучения в транспорте Москвы

Марусов Н.А. * (МГРИ, nikos.m@mail.ru)

Аннотация

Работа является продолжением исследования, на основе которого была написана научная статья «Результаты замеров значения магнитной индукции электромагнитных полей в электрифицированном транспорте г. Москвы» [3].

В данной работе представлена матрица экологического риска по параметру электромагнитного излучения для пользователей метрополитена и трамвая, определены риски для пассажиров и машинистов.

Ключевые слова

Электромагнитное поле, оценка риска, транспорт Москвы

Теория

Для оценки риска негативного воздействия на человека электромагнитных полей в транспорте Москвы была построена матрица экологического риска [рисунок 1].

По оси X расположен критерий кратности превышения предельно допустимого уровня (ПДУ) электромагнитных полей (250 нТл; 25В/м), по оси Y - вероятность проведения человеком 8 и более часов в день под воздействием электромагнитного излучения в транспорте.

Данная матрица построена для тех видов транспорта, где в ходе измерений были замечены превышения предельно допустимого уровня электромагнитных полей – метрополитен и трамвай.

Кратность превышения ПДУ принята условно и характеризует степень нарушения процессов внутри организма от отсутствия изменений до повышенного риска раковых заболеваний.

Пренебрежимый риск (П) – незначительные последствия для организма человека или их отсутствие.

Умеренный риск (У) – серьезные последствия для организма человека.

Неприемлемый риск (Н) – катастрофические последствия для организма человека.

		Кратность превышения ПДУ				
		100	50	20	5	1
Вероятность /частота проведения человеком 8+ часов в день под излучением	Частое (может происходить многократно)	Н	Н	Н	У	П
	Периодическое (может происходить время от времени)	Н	Н	У	У	П
	Редкое (малая вероятность, но может произойти)	Н	У	У	У	П
	Маловероятное (очень малая вероятность события)	У	У	У	П	П
	Практически невозможное (возможность события почти исключена)	П	П	П	П	П

Рисунок 1. Матрица экологического риска для пользователей метрополитена и трамвая

Рассматривая риски для пользователей метрополитена и трамвая, можно сделать вывод о том, что наибольшим рискам получения негативного воздействия от электромагнитных полей подвержены машинисты электропоездов и трамваев, так как они проводят наибольшее количество времени в непосредственной близости от источников электромагнитного излучения.

Опираясь на построенную матрицу, риски машинистов можно оценить как умеренные (либо пренебрежимые, в зависимости от конкретного случая), поскольку в поездах метрополитена (Ока, Москва, Русич, Номерные) и во всех исследуемых типах трамваев были отмечены превышения допустимого уровня магнитной индукции в 3 - 5 раз. Также выделены небольшие превышения допустимого уровня напряженности электрического поля в поездах «Ока».

В свою очередь, вероятность/частоту проведения машинистом 8 и более часов в близости от источника электромагнитного излучения можно оценить как частое или периодическое событие.

Если рассматривать риски пассажиров, то их риски можно оценить как пренебрежимые или умеренные, так как пассажиры находятся вблизи тех же источников электромагнитного излучения, что и машинисты, но при этом вероятность/частоту нахождения рядового пассажира в метрополитене или трамвае 8 часов в сутки и более можно оценить как маловероятное или редкое событие.

Выводы

Наиболее подвержены риску воздействия электромагнитным излучением машинисты метрополитена и трамваев, а также люди, проводящие в данных видах транспорта наибольшее количество времени. Машинисты и пассажиры могут быть подвержены умеренному (среднему) риску негативного воздействия электромагнитного

излучения, а значит, вероятно проявление серьезных неблагоприятных последствий в организме человека.

Несмотря на недостаточную изученность влияния электромагнитных полей на здоровье человека, стоит относиться к ним с опасением, продолжать изучение данного вопроса, а также по возможности снижать уровни воздействия электромагнитного излучения на людей.

Библиография

1. Диссертация «Оценка действия на биологические объекты электромагнитных излучений промышленной частоты». Кандидат биологических наук Кочиева, Элина Романовна. 2006 г. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-deistviya-na-biologicheskie-obekty-elektromagnitnykh-izluchenii-promyshlennoi-chasto>.
2. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. (Тезисы докладов), Пущино, 27 - 31 окт. 1987 г.
3. Результаты замеров значения магнитной индукции электромагнитных полей в электрифицированном транспорте г. Москвы. (Тезисы докладов), Москва, 23 октября 2020 г. Автор: Марусов Н. А. Режим доступа: [https://www.mgri.ru/science/scientific-practical-conference/2020/ТОМ%203%20\(1\).pdf](https://www.mgri.ru/science/scientific-practical-conference/2020/ТОМ%203%20(1).pdf).
4. Статья «Электромагнитные поля (ЭМП)». Всемирная организация здравоохранения. Режим доступа: <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/ru/index5.html>.

Экологические проблемы добычи нефти в Арктике

Никифорова Е.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, himmlichsee@mail.ru), Хатит Р.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, dr.rkhatit@yandex.ru), Щерба В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, shcherba_va@mail.ru)*

Аннотация

В данной статье рассмотрены экологические проблемы, связанные с добычей нефти в арктическом регионе. В настоящее время интерес к углеводородным ресурсам Арктики возрос, началась разработка шельфовых месторождений, что приводит к возникновению дополнительных угроз для экосистем арктических морей и побережья. Для минимизации воздействия необходимо ужесточение государственного экологического контроля.

Ключевые слова

Последствия добычи нефти, Арктика, добыча нефти на шельфе

Теория

В последнее время интерес к добыче углеводородов в арктическом секторе возрастает, однако, это связано с рядом экологических издержек. С момента добычи первых баррелей нефти и по наши дни при освоении Северного морского пути, планировании государственного бюджета на арктические углеводороды делалась значительная ставка, что закономерно приводило к росту объемов добычи. Увеличение объемов добычи связано с развитием инфраструктуры и возрастанием антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Арктика издревле привлекала человека своими природными богатствами – пушниной, рыбными ресурсами, жемчугом, а с появлением добывающей промышленности – богатейшими запасами минерального сырья и углеводородов. В соответствии с основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. планируется трансформация региона в ведущую стратегическую ресурсную базу России, что в дальнейшем способно в полной мере решить задачи социально-экономического развития страны и региона. Первые описания нефтяных источников в «Северной Тартарии» (Печорский край) датируются 1690-ми годами. С 1745 по 1753 год на реке Малая Ухта просуществовало предприятие Федора Прядунова по сбору выделяющейся на поверхности реки нефти. В 1860-х годах была извлечена первая тысяча пудов ухтинской нефти[3]. Особый интерес появился к Ухтинскому району после глубокого разведочного бурения 1880-1900-х годов и признания его «заведомой нефтеносности». В строгом смысле назвать Ухтинский район арктическим нельзя, однако именно с него началось продвижение нефтегазодобывающей промышленности на север. В 1921 году геолог М.А. Лаврова зафиксировала выходы на поверхность черного смолистого вещества на мысе Сокол в районе Большой Губы [4]. Советский союз был первопроходцем в освоении месторождений Арктики. Первое в мире «арктическое» нефтяное месторождение было открыто в 1930 году в республике Коми и получило название «Чибыюское», разработка месторождения началась в этом же

году. В 1933 году в ходе экспедиции геологов и нефтяников на архипелаг Новая Земля были обнаружены многочисленные месторождения битумов и нефтяные капли. В 90-е годы, когда уровни оплаты труда перестали компенсировать затраты необходимые для жизни в условиях Севера, начался повсеместный отток населения из северных регионов. Из-за оттока населения были свернуты работы по добыче нефти и газа, а оборудование и отходы были оставлены из-за нерентабельности вывоза. Проблема обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами нефтегазодобычи остро проявляется практически в каждом нефтегазодобывающем регионе России, в Арктике проблемы усугубляются из-за специфических природно-климатических условий [2].

На стадии разведочного бурения нарушается почвенный покров. Первоначальное повреждение поверхности почвы происходит при строительстве дорог, обеспечивающих доступ в районы разведки, бурения и исследования месторождений. При обустройстве скважины образуются отходы, состоящие из жидкостей, закачиваемых в скважину для регулирования давления, а также цемента, остатков нефти и парафинов, извлеченных из скважины. Буровые растворы могут содержать соли, органические полимеры или ингибиторы коррозии, используемые для регулирования плотности, вязкости, избегания загущения жидкости и уменьшения коррозии. Зачастую буровые растворы и отходы, представляющие опасность для окружающей природной среды, сбрасывают в шламовый амбары или в отдельные резервуары. В случае отрицательных результатов бурения скважину тампонируют, а оборудование демонтируют. При ликвидации скважин образуются остатки пульпы цемента, которые также сбрасывают в шламовый амбар перед его окончательным закрытием. Основная опасность возникает в результате разгерметизации шламовых амбаров и при неправильной рекультивации. На этапе функционирования месторождений образуются отходы в виде тары из-под химических реагентов; твердые коммунальные отходы; ртутные лампы; медицинские отходы; осадки водоподготовки и установок очистки хозяйственно-бытовых сточных вод; отходы автотранспортных подразделений; золы, шлаки и пыль от топочных установок; металлолом. Расходы на транспортирование отходов составляют значительную часть издержек, связанных с добычей нефти, поэтому важнейшим фактором, определяющим выбор типа транспорта для перемещения отходов, является экономический [6]. В советские годы объекты временной инфраструктуры вместе с отходами оставались на местах и не вывозились, так на острове Хейса архипелага Земля Франца-Иосифа до сих пор посреди полярной пустыни стоят временные поселки и части буровых вышек. В настоящее время нет точных данных о количестве оставленного в Арктике оборудования. В целом же подобные объекты из-за кратковременности своего существования дают небольшой процент от общего количества оставленного мусора. Из-за разрывов трубопроводов в местах добычи и транспортировки нефти происходит загрязнение источников питьевой воды, так на нефтяных месторождениях Ханты-Мансийского АО происходит в среднем 1900 аварий в год. В почвах нефтедобывающих центров накапливается значительное количество нефти, достигающее до сотен граммов в расчёте на килограмм грунта.

Специфические проблемы возникают при начале разведки и добычи нефти на шельфе. Утечка и дальнейшие разливы углеводородов в арктическом регионе видится сегодня наиболее опасным последствием антропогенного вторжения, они несут за собой огромное влияние на физико-химические и биологические характеристики как побережий арктических морей, так их вод.



Рисунок 1. Нефтяные танкеры в Арктике [3]

Береговые экосистемы обладают способностью к аккумуляции углеводородов, что, с одной стороны, ведет к локализации разлива и, следовательно, имеет положительный момент. Но, с другой стороны, зачастую именно береговая линия является в арктическом регионе наибольшую биологическую продуктивность, что непомерно увеличивает масштабы аварии не в географическом, но в экосистемном смысле. Мировой опыт ликвидации нефтяных разливов свидетельствует о том, что именно в прибрежной зоне наблюдаются самые тяжелые экологические последствия аварий. Помимо этого, при наличии длительных периодов с низкими температурными значениями, отсутствия солнечной радиации и скопления ледяных массивов в акваториях морей Арктики, способность полярных экосистем к регенерации и самоочищению заметно снижается, в связи с чем очищение может быть растянуто на период в несколько десятилетий. Особенно заметно происходит увеличение сохранности нефтяного разлива вследствие невысокой гидродинамической активности экосистем мелководий, к которым, в частности, относится побережье моря Лаптевых [5]. Особую настороженность так же вызывает факт уникальности экосистем АЗРФ. Только на территории береговой линии морей Карского и Лаптевых расположено порядка 16 особо охраняемых природных территорий, что в разы повышает приоритетность защиты прибрежных районов при планировании и проведении мероприятий по ликвидации разливов нефти и необходимость выявления как наиболее ценных в экологическом отношении, так и наиболее чувствительных к загрязнению береговых участков.

Крайне неблагоприятные климатические условия арктического региона могут становиться причинами, влияющими на возможность навигации и, как следствие, на безопасность нефтедобычи и транспортировки углеводородного сырья. Неоднократно эти сложности становились причинами аварий, в том числе и с утечками нефтепродуктов. [1]. Скопления льдов и айсберги являют собой значительную

опасность, но при этом предлагаемые методы противодействия столкновения с ними больше напоминают авантюру: рядом с танком предусматривается еще один корабль – брандер – который нагружен горючими и взрывчатыми веществами для поджога и ликвидации ледяных глыб. Такой способ, помимо всего прочего, создает дополнительную опасность как для экипажа обоих кораблей, так и для груза танкера в случае малейшего недопущения норм безопасности. В этом случае, ликвидация последствий такой аварии представляется если не невозможным, то, по крайней мере, максимально затруднительным. Сложность бурения новых разработок заключается в следующем: нефть в условиях очень низких температур имеет свойство густеть, что делает практически невозможным применения стандартных методов ликвидации ее разливов (например, теряет смысл применения насосного оборудования). Для утраты целесообразности применения таких методик достаточно, чтобы всего лишь десятая часть поверхности пораженного участка была занята ледовым покровом. Помимо этого, локализации и ликвидации разливов могут помешать ряд таких факторов, как наличие долгого периода без солнечного света, движения плавающих льдин, сильных ветровых порывов и морских течений [7]. Деградация арктических экосистем и, в частности, активное таяние ледников несет с себе опасность в виде повреждения нефте- и газопроводов, которое может привести к разливам и утечкам поистине катастрофического масштаба в десятки и сотни квадратных километров, что при наличии вышеуказанных климатических и технических сложностей сделает эту катастрофу неуправляемой и рискует стать роковой для всего арктического региона.

Выводы

Ведение добычи нефти и газа в суровых арктических условиях требует значительных финансовых вложений на всех этапах от разведочного бурения до рекультивации промышленной площадки. Учитывая уязвимость местных экосистем все работы должны проводиться под жестким экологическим контролем. Наибольшую угрозу представляют разливы нефти, как на суше, так и в море. Во избежание аварий необходимо ужесточить контроль за состоянием производственного оборудования на всех этапах функционирования месторождения. В противном случае мы рискуем утратить уникальные экосистемы.

Библиография

1. Горячие точки Севера России. Прибрежные морские импактные районы Российской Арктики. ПРОЕКТ ЮНЕП/ГЭФ Российская Федерация -Поддержка Национального плана действий по защите арктической морской среды. Материалы ИД РПОИ, 2008.
2. Диагностический анализ состояния окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации (Расширенное резюме) / отв. редактор Б. А. Моргунов. М.: Научный мир, 2011. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-37910.html> (дата обращения: 10.09.2020).
3. История освоения месторождений Арктики – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2020-june/4724812/> (дата обращения: 25.09.2020).
4. История месторождений Арктики в XX-в - URL: <https://scfh.ru.turbopages.org/scfh.ru/s/papers/neft-i-gaz-rossiyskoy-arktiki-istoriya-osvoeniya-v-xkh-veke-resursy-strategiya-na-xxi-vek/?win=434> (дата обращения: 25.09.2020).
5. Красовская Т. М. Природопользование Севера России. - М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 288 с.

6. Лукин Ю. Ф. Российская Арктика в изменяющемся мире: монография. Архангельск, 2012. URL: <http://arctic-and-north.com>; <http://narfu.ru/aan/> (дата обращения: 25.09.2020).
7. Евсеев А. В., Красовская Т. М. Новые подходы к природопользованию на Севере России. География, общество, окружающая среда. Т. 3. Природные ресурсы, их использование и охрана. - М.: Изд. дом «Городец», 2004.

Выбор эколого-экономически сбалансированного варианта биотоплива для гражданской авиации

Носаль П.Н.* (Российский государственный геологоразведочный университет, polina.karpeva@bk.ru), Толстов С.С. (Институт США и Канады Российской Академии Наук, mr.stefensen@yandex.ru)

Аннотация

Биотопливо – современная технология, созданная для снижения числа выбросов в атмосферу и для сокращения негативного воздействия на организм человека.

Авиационные выбросы по приблизительным подсчетам составляют до 8% от числа всех выбросов, загрязняющих атмосферу. Авиация прямо воздействует на атмосферу и, выбрасываемая смесь сложных углеродов вступает в контакт с кислородом, разрушая озоновый слой Земли [1].

В данной работе представлен сравнительный анализ типов биотоплива с точки зрения эколого-экономического аспекта с целью выявления наиболее эффективного топлива для гражданской авиации.

Ключевые слова

Биотопливо, альтернативное топливо, экология, гражданская авиация, сырье, биодизель, биоэтанол, водоросли.

Теория

Биоэнергетика - одна из основных тенденций развития топливного рынка. Биоэнергетика часто рассматривается как потенциально широкомасштабная «углеродно-нейтральная» замена ископаемого топлива. Например, Международное энергетическое агентство рассматривает биоэнергию в качестве потенциально источника более чем 20 % первичной энергии к 2050 году. Ожидается, что, биоэнергетика станет доминирующей в развитии мировой системы энергообеспечения. Применение биотоплива из возобновляемого сырья позволяет уменьшить потребление нефтяных ресурсов, улучшить эксплуатационные характеристики топлив, снизить загрязнения окружающей среды и решить проблему выброса парниковых газов [5].

Среди продуктов сжигания керосина - авиационного топлива, особое место занимают парниковые газы, их эмиссия вносит значительный вклад в процесс глобального потепления. Причина в том, что керосин – это сложная смесь углеводородов, и его доля в составе 86%. При горении углерод соединяется с кислородом, и из одного килограмма углерода, получается 3,5 килограмма углекислого газа [2].

Альтернативные виды топлива не содержат серы и ароматических углеродов, что ослабляет влияние на радиационный баланс и сокращает эмиссии летучих аэрозолей и облачных ядер конденсации. Также снижается воздействие на тропосферу – уменьшается концентрация озона, сульфатов и нитратов. Однако увеличивается нагрузка на плодородные земли, используемые для выращивания культур, перерабатываемых для производства топлива [7]. На данный момент основным путем решения принято считать увеличение числа авиаперевозок на биотопливе. Под биотопливом подразумевается такие заменители бензина, как:

- биоэтанол, биодизель – производится из пшеницы, сахарной свеклы и маиса, соевых бобов и сахарного тростника.
- биогаз – биотопливный заменитель природного газа получают из органических отходов, включая отходы животноводческого хозяйства и мусора, получаемого от муниципальных, коммерческих и промышленных источников, прошедших процесс анаэробного разложения.

На данный момент существует три поколения биотоплива. Каждое из них имеет свои отрицательные и положительные стороны. Задача каждого из поколений приблизиться наиболее близко к, так называемому, устойчивому топливу, то есть топливу, сертифицированному авторитетной независимой третьей стороной как экологически безопасное [6].

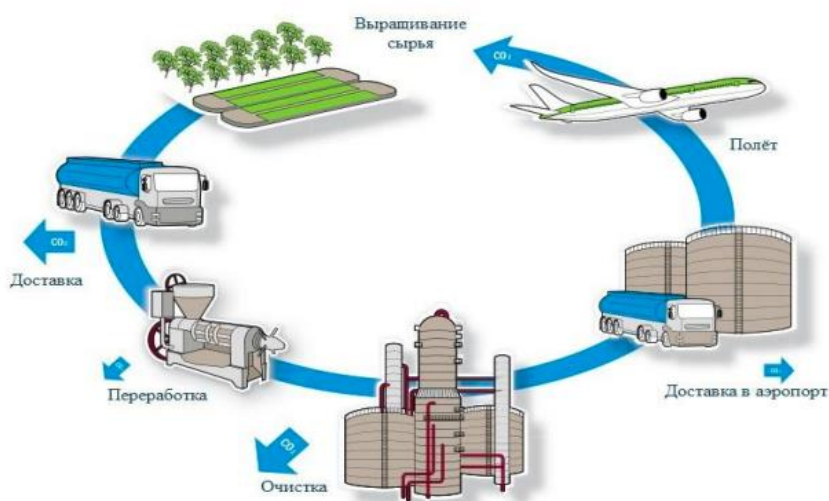


Рисунок 1. Устойчивое авиационное топливо

I поколение – топливо на основе биоэтанола, произведенное на основе злаковых культур. И биодизельное топливо, получаемое на основе масляничных культур. Для их выращивания требуется использование качественных пахотных земель, большие затраты на сельскохозяйственную технику, удобрения и пестициды.

II поколение – топливо из непищевого сырья, содержащее отработанные жиры и растительные масла, биомассу деревьев и трав. Его преимущество заключается в том, что для его изготовления требуются неприхотливые в обработке земли. Существенным недостатком является то, что лигноцеллюлоза древесины – сложный полимерный углерод, требующий больших химических превращений, следовательно, нуждается в большем количестве энергии для получения жидких видов топлива, чем при производстве биотоплива первого поколения.

III поколение – топливо, полученное путем переработки водорослей. Его производство зависит от наличия прудов (закрытого и открытого типа). Такая система является наиболее капиталоемкой, однако и самой высокоурожайной. Также плюсом данной технологии является возможность производить различные виды топлива, в зависимости от генетических модификаций, например: биодизель, метанол, этанол и др [4].

Помимо используемого сырья, в выборе наиболее эффективного топлива важно учитывать и технологию производства (ATJ, SIP, F-T, HEFA).

Для более полного понимания о воздействии на окружающую среду применяется анализ всего жизненного цикла продукта.

Оценка жизненного цикла – сбор информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции.

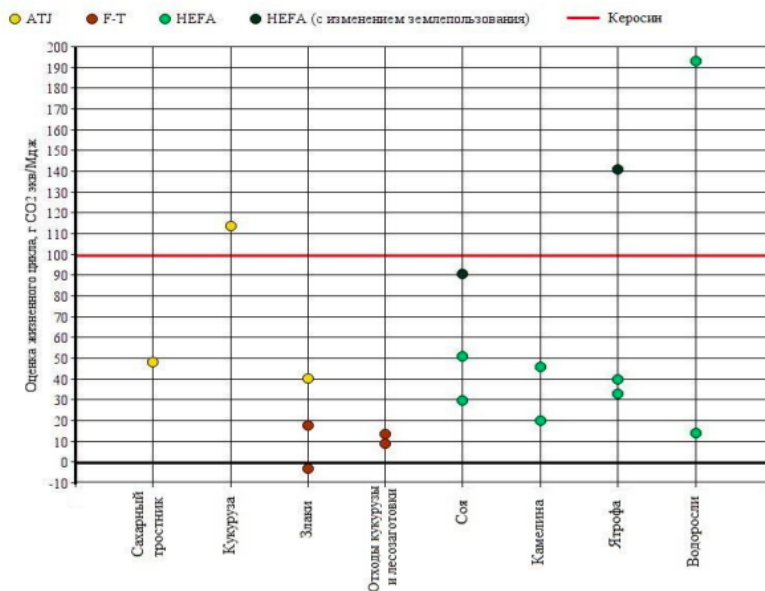


Рисунок 2. Оценка жизненного цикла различных видов биотоплива [9]

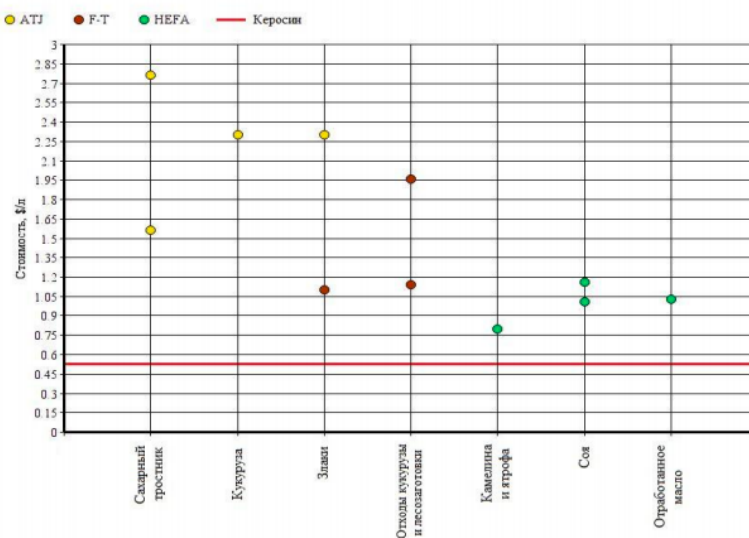


Рисунок 3. Оценка различных видов авиационного топлива (оценка с точки зрения цена/литр, цена указана в долларах)[9]

Из данных представленных выше следует, что выбор топлива должен основываться на эффективности жизненного цикла, а также на стоимости, которая наиболее максимально приближена к стоимости керосина [8]. Стоит отметить, что выбор альтернативного топлива не всегда основывается на оценке жизненного цикла, ввиду географических особенностей региона [3]. Также на выбор влияет низкий уровень общественного понимания целей замены на альтернативные виды топлива, и все еще низкая стоимость сырья, что в совокупности приводит к небольшому количеству компаний, заботящихся на данный момент о воздействии на окружающую среду. Данная тема широко изучается и вступает на рынок в США и Европейском союзе, однако остается не просвещенной во всем мире [9].

Выводы

Наиболее выгодное с точки зрения эколого-экономического баланса является топливо третьего поколения при использовании технологии HEFA, поскольку данная технология является достаточно развитой и коммерчески доступной, однако на данный момент одним из требований является его содержание в смеси не более 50%, этот показатель является высшим среди возможных, но не финальным. Также решающим фактором остается географическое положение, так топливо третьего поколения преимущественно можно использоваться в Калифорнии, Нью-Мексико и на Гавайях ввиду того, что водоросли любят высокую температуру, для них подходит пустынный климат при наличии регуляции температур в ночное время.

Библиография

1. Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия [Электронный ресурс]. URL: http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr365/ivan_a.pdf (Дата обращения: 17.12.2020)
2. Влияние выхлопных газов на климат [Электронный ресурс]. URL: <https://p.dw.com/p/147eK> (Дата обращения: 18.12.2020)
3. Объединенная авиастроительная корпорация «Обзор рынка 2017 – 2036» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uacrussia.ru/upload/iblock/9f3/9f381b3b71c64fc49e94e91076549c2d.pdf> (Дата обращения: 17.12.2020)
4. Перспективы использования биотоплива в гражданской авиации [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-biotopliva-v-grazhdanskoy-aviatsii/viewer> (Дата обращения: 18.12.2020)
5. Солодова Н. Л., Терентьева Н. А. Немного о биотопливах // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nemnogo-o-biotoplivah> (дата обращения: 28.02.2021).
6. Aviation Benefits 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.icao.int/sustainability/Pages/IHLG.aspx> (Дата обращения: 27.02.2021)
7. EU states tread warily on naming and shaming aircraft operators that have failed to comply with EU ETS rules. URL: <http://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=2021> (Дата обращения: 18.02.2021)
8. ICAO Aircraft engine emission Databank. November 2016. URL: <https://www.easa.europa.eu/documentlibrary/icao-aircraft-engine-emissionsdatabank> (Дата обращения: 20.02.2021)
9. Jet Fuel Price Monitor / International Air Transport Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 56 <https://www.iata.org/publications/economics/fuel-monitor/Pages/index.aspx> (Дата обращения: 23.02.2021).

Домодедовский карьер – будущий национальный геологический парк Московской области

*Овдиенко Е.В. *(МАОУ Константиновская СОШ им. Героя Социалистического Труда Н.В.Хухрева, ludmila272011@mail.ru), Зайцева Л.С. (МАОУ Константиновская СОШ им. Героя Социалистического Труда Н.В.Хухрева, ludmila272011@mail.ru)*

Аннотация

При изучении геологического строения карьера строительных материалов Домодедово и литературы по данному вопросу мною составлена его комплексная характеристика, описаны горные породы, слагающие карьер, исследовано экологическое состояние района исследования.

Карьеры — уникальные географические объекты. Это места добычи тех или иных полезных ископаемых открытым способом, они созданы искусственно и существуют лишь до тех пор, пока человек их поддерживает. Домодедовский карьер строительных материалов уникальный геологический памятник Подмосковья, который постепенно превращается в свалку.

Ключевые слова

Домодедовский карьер, белый известняк, глина, геологическое строение карьера, геологический парк.

Источники финансирования

Бюджет г.о. Домодедово

Теория

Известняковый карьер расположен в 20 км к югу от Москвы, в 5 км на северо-восток от города Домодедово на правобережье реки Пахры, 1-1,5 км от села Новленское, который был заложен в 60-х годах 20 столетия.

Данный карьер разрабатывается уже более 100 лет. В нем добывается белый известняк, который широко используется в строительстве (как щебень и сырье для цемента), архитектуре (для облицовки), и в сельском хозяйстве (известкование кислых почв). Карьер действующий: время от времени производится добыча известняков открытым способом при помощи взрывных работ. Встречаются черные глины Юрского периода, мергели. На момент нашей исследовательской работы и по настоящее время добыча известняков приостановлена, техника законсервирована.

Использовала методы исследования: наблюдение, сравнение, измерение, изучение и анализ природных объектов.

При исследовании получены следующие результаты:

Обнажение № 1

Первое изученное обнажение находится в юго-восточной части карьера, в верхней части разреза. Размеры обнажения: в длину – 15м, мощностью 7 м. Выделено 3 слоя.



Рисунок 1. Обнажение № 1

Обнажение № 2

Второе изученное обнажение находится в юной части карьера, в самой верхней части разреза. Размеры обнажения: в длину – 7 м, мощностью 4 м.



Рисунок 2. Обнажение № 2

Обнажение № 3

Третье изученное обнажение находится на южном борту карьера, в самой верхней части. Размеры обнажения: в длину – 3 м, мощностью 1,5 м.



Рисунок 3. Обнажение № 3

Геологическая деятельность поверхностных вод в пределах объекта исследования проявляется в виде промоин, оврагов, а также в растворении горных пород. Овраг был подробнее рассмотрен. В карьере видны также результаты склоновых процессов: отвалы, осыпи, оползни. На обнажении и в карьере ярко проявляются следы физического,

химического, и биологического выветривания. Физическое выветривание состоит в измельчении, расслаивания горных пород. Химическое выветривание проявляется в виде ожелезнения или лимонитизации, выщелачивания горных пород. Органогенное выветривание осуществляется корнями растений, которые внедряются в горные породы и разрушают их.

В пределах изучаемого объекта исследования выходы подземных вод не обнаружены.

Оценка водных объектов носит визуальный характер. На дне карьера имеется разрозненная группа водоемов в виде заболоченных участков. Вода в них прохладная и прозрачная. Глубина небольшая. Есть заросли водорослей и ряси. По ходу маршрута видели «цветущий» водоем. Рядом водоемами увеличены плотность растительности по сравнению с дном карьера в целом. Большинство представителей травянистой флоры, встреченной на дне карьера: мать-и-мачеха, клевер, ромашка, полынь, одуванчик.

Домодедовский карьер законсервирован как хозяйствующий объект. Перспектив для его возрождения нет – так как необходимы большие экономические затраты. Железобетонный завод использует привозной известняк, что менее затратно, чем восстановление Домодедовского карьера. Учитывая историческую ценность Домодедовского карьера, вклад в развитие экономики г.Домодедово в 60-е – 80-е годы прошлого столетия предлагаю использовать Домодедовский карьер как национальный геологический парк. Затраты минимальные – обустройство стоянки для туристических автобусов. Экологическую тропу от стоянки до карьера обустроят волонтеры.

Выводы

Данная исследовательская работа проводилась мною летом-осенью 2018 года. В результате, она позволила мне практически познакомиться со строением верхней части осадочного чехла, а также с историей его формирования.

Библиография

1. Алексеев, А.И. География России: природа и население, М.: Дрофа, 2001.
2. Боголюбов А.С., Баслеров С.В. Методическое пособие "Описание и анализ геологического обнажения". М.: Экосистема, 1994.
3. Зверев А.Т., Зверева А.Г. Региональная экология. Домодедовский район.Изд.: ЦЦДРЭП «Оберег», 2000.
4. Москвоведение: Экология Московского региона. М.: Экопрос,1996.
5. Скиннер, М., Редферн, Д., Фармер, Д. География: А-Я.М.: Фаир-Пресс, 1999.
6. <https://www.ammonit.ru/place/17.htm>,
7. https://istok.ru/news/domodedovskij_karer_pamjatnik_prirody/2018-08-12-250,
8. <https://webmineral.ru/deposits/item.php?id=4194>,
9. <http://mindraw.web.ru/rod7.htm>

Сравнительный анализ спектрального отклика растительности для мониторинга состояния ландшафтов охраняемой территории Дельта-дель-Кауто (Куба) Оливерос Алехандро Пестана (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)*

Аннотация

В статье рассматриваются результаты изучения спектрального отклика растительности в основных сообществах Зоологического заповедника Дельта-Дель-Кауто, что необходимо для проведения мониторинговых исследований, составления карты растительности и оптимизации управления территорией.

Ключевые слова

Спектральный отклик, индексы растительности, спутниковые снимки, экологический мониторинг, охраняемые районы.

Теория

Одним из наиболее репрезентативных элементов, показывающих экологическое состояние ландшафтов, является растительность. Её развитие определяется природными факторами (особенностями климата и его изменениями, состоянием почв, подземных и поверхностных вод, возрастом растительности) и антропогенными факторами (загрязнением почв, воздуха, внедрением инвазивных видов растительности и др.). Среди методов изучения растительности особое место занимают дистанционные: они позволяют определять происходящие изменения быстро, детально, с минимальными финансовыми и организационными затратами (по сравнению с наземным визуальным осмотром). Данные со спутников позволяют контролировать процессы на значительных территориях, протекающие с разной скоростью, а также отображать их крупномасштабно, включая такие природные и антропогенные явления как пожары, наводнения, аварийные сбросы, повреждение насекомыми и т.д. Особый интерес подобные исследования представляют для особо охраняемых природных территорий, где они используются, в том числе, для целей управления.

Спектральное исследование растительности проводится в соответствии со специально разработанными методиками и требует использования и обработки больших объемов данных [6], поскольку необходимо учитывать собственную отражательную способность листьев, которая варьируется в зависимости от их формы, цвета, влажности, высоты и типа покрова (древесный, кустарниковый, травянистый). Кроме того, отражательная способность связана с литологией пород, почвами и другими факторами. Индекс растительности можно определить как параметр, рассчитанный на основе значений отражательной способности на различных длинах волн (главным образом, между волнами видимого и инфракрасного спектра) и предназначенный для извлечения из них информации, связанной с растительностью, и уменьшающий влияние возмущений (таких как почва и атмосферные условия) [3].

Индексы растительности подразделяются на две категории: индексы, основанные на наклоне (они просты в использовании и дают легко интерпретируемые числовые результаты) и индексы, основанные на расстоянии (их преимуществом является минимизация воздействия почвы). Наиболее часто в ландшафтных исследованиях, основанных на количественной оценке растительного покрова, используются индексы, представлены нами в таблице 1. Например, вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) служит показателем количества фотосинтетически активной биомассы.

Таблица 1.
Индексы растительности.

Normalized Difference Vegetation Index	$NDVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$	Rouse et al., 1974
Soil Adjusted Vegetation Index	$SAVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1 + L} (1 + L)$, $L=0,25$	Huete, 1988
Normalized Difference Infrared Index	$NDII = \frac{\rho_2 - \rho_6}{\rho_2 + \rho_6}$	Hunt and Rock, 1989
Global Environmental Monitoring Index	$GEMI = \frac{\rho_2 - 0,125}{1 - \rho_1} \cdot \eta$ $\eta = \frac{2(\rho_2^2 - \rho_1^2) + 1,5\rho_2 + 0,5\rho_1}{\rho_2 + \rho_1 + 0,5}$	Pinty and Verstraete, 1992
Normalized Difference Water Index	$NDWI = \frac{\rho_2 - \rho_3}{\rho_2 + \rho_3}$	Gao, 1996
Visible Atmospheric Resistant Index	$VARI = \frac{\rho_4 - \rho_1}{\rho_4 + \rho_1 - \rho_3}$	Gitelson et al., 2002
Enhanced Vegetation Index	$EVI = 2,5 \cdot \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + 6\rho_1 - 7,5\rho_3 + 1}$	Huete et al., 2002
Global Vegetation Moisture Index	$GVMi = \frac{(\rho_2 + 0,1) - (\rho_6 + 0,02)}{(\rho_2 + 0,1) + (\rho_6 + 0,02)}$	Ceccato et al., 2002

Следует отметить, что широкое использование нормализованного относительного индекса растительности (NDVI) обусловлено рядом причин. Во-первых, он менее сложен и представляет собой улучшенную дискриминацию растительного покрова [4]. (Другие индексы, такие как SAVI и EVI, имеют хорошую дискриминацию растительного покрова и сводят к минимуму влияние почвы и атмосферы). Во-вторых, это показатель, наиболее активно используемый в отношении биофизических характеристик растительного покрова. В-третьих, диапазон его значений колеблется от -1 до 1, что облегчает интерпретацию. В-четвертых, этот показатель имеет наилучшее соотношение затрат и качества. В-пятых, он позволяет сопоставлять данные, полученные другими исследователями с использованием любого спутникового изображения. Наконец, в-шестых, отражательная способность красной и инфракрасной полос может быть рассчитана, а также получена карта NDVI в любой момент времени.

В ландшафтно-экологических исследованиях необходимо отбирать наибольшее количество единиц выборки. Критериями определения размера выборки могут быть отношение поверхности, подлежащей выборке, к общей площади, и пространственная однородность исследуемой переменной или популяции. Учитывая ограничения статистических формул, рекомендуется получать не менее 50 образцов (пикселей) по типу покрытия или землепользования. Если площадь очень велика (более 350 000 га) или количество категорий превышает 12, размер выборки для каждой категории должен быть увеличен до 75 или 100 выборок [2].

Зоологический заповедник Дельта-дель-Кауто состоит из 6 растительных сообществ в соответствии с новой картой растительности Республики Куба [5]. Среди них вечнозеленый заболоченный лес, вторичные леса, травяное болото, мангровые леса (рис. 1), вторичные кустарники, Саладары (рис. 2) и Нокласс. Последняя категория представляет собой смесь растительных сообществ, недостаточно хорошо изученная в полевых условиях, поэтому она не обсуждается в данной статье.

Результаты полученных нами расчетов свидетельствуют о том, что средний спектральный отклик растительных сообществ колеблется в диапазоне $-0,01$ до $0,83$, эти значения присутствуют в сообществах саладаров и вторичных лесов соответственно.



Рисунок 1. Разнообразие мангровых лесов в Зоологическом заповеднике Дельта-Дель-Кауто.



Рисунок 2. Разнообразие саладаров в Зоологическом заповеднике Дельта-Дель-Кауто.

Растительный покров саладаров имеет наибольшую пространственную приуроченность на заповедной территории, и его реакция колеблется от $-0,01$ до $0,25$: указанные значения свидетельствуют о том, что эти районы остаются почти круглый год с высокой влажностью или покрыты водой. Следует отметить, что этот спектральный отклик очень похож на тот, который был получен ранее на крупнейших водно-болотных угодьях страны – в национальном парке Болото Сапата, где значения индекса колебались от $0,18$ до $0,24$. Различия индексов между этими водно-болотными угодьями показывают разницу в условиях увлажнения, что обуславливает спектральные реакции растительных сообществ [1].

Широко распространенным растительным сообществом в заповеднике Дельта-дель-Кауто являются мангровые заросли, имеющие большое значение для экосистемных услуг, которые предоставляет территория. Полученные значения варьируют от $0,27$ до $0,60$, самые высокие спектральные значения проявляются в период наименьшего количества выпадающих осадков в стране. Эти значения индекса очень похожи на результаты, полученные в Национальном парке Болото Сапата (с небольшой разницей обусловленной тем, что мангровые заросли этого парка имеют меньший размер и меньшую плотность, чем в исследуемом нами Зоологическом заповеднике).

Выводы

Включение расчетов по данным дистанционного зондирования и определение индекса растительности позволяет моделировать изменения в сообществах и добиться прогресса в исследованиях по противодействию ухудшению состояния окружающей среды, что, в свою очередь, позволяет провести сопоставление между аналогичными заповедными территориями с различными методами управления. Полученные результаты позволяют составить характеристику каждого сообщества заповедника, что может служить в качестве основы сравнения для мониторинговых исследований и при составлении планов реабилитации растительного покрова.

Библиография

1. Зерда, Х. Потенциальность индексов растительности для дискриминации лесных покровов [Текст]. – Сантьяго-дель-Эстеро: Национальный университет Сантьяго-дель-Эстеро, 2002.
2. Конгалтон, Р.Г. Обзор оценки точности классификаций данных дистанционного зондирования // Дистанционное зондирование окружающей среды. – 1991. – Т. 37(1). С. 35–46.
3. Наварро, С. Изучение индексов растительности в качестве основы для изучения отношений между растительностью и климатом [Текст] // Секретариат публикаций университета Севильи – Сивилья, 2010. – С. 1095–1108.
4. Ньюайте, А. Обзор радиометрических и биофизических показателей вегетационных индексов MODIS [Текст] // Дистанционное зондирование окружающей среды (ELSEVIER). – 2002. – №3. С. 195–213.
5. Оливерос Пестана А., Хлебосолова, О.А. Перспективы изучения ландшафтов Дельты дель Кауто (Куба) [Текст] // Материалы IX Международной научной конференции молодых ученых «Молодые – наукам о Земле» (23 октября 2020 г., Москва, МГРИ). – Т.3. – С. 244 – 246.
6. Тихомиров, С.Г. и др. Комплексное аппаратно-программное обеспечение для управления биотехнологическими системами с использованием интеллектуальных информационных технологий [Текст] // Бюллетень Воронежского государственного университета. Серия: системный анализ и информационные технологии. – 2019. – №3. С. 158–165.

Изменение напряжённости электромагнитного поля от линий электропередач в жилых кварталах в течение дня

Орестова Д.В (МГРИ, orestova.d@yandex.ru), Хохлаткина М.П. (МГРИ, margo.hohlatkina@yandex.ru)*

Аннотация

В данной работе было изучено электромагнитное излучение от линий электропередач, расположенных в непосредственной близости к жилым домам и определено наилучшее время проведения замеров для получения наиболее полной картины загрязнения.

Ключевые слова:

Электромагнитное излучение, линии электропередач, жилые кварталы, электрическое поле, плотность магнитного потока.

Теория

Электромагнитное загрязнение в крупных городах является актуальной проблемой на протяжении многих лет – электричество поступает в наши дома из линий электропередачи - кабельных (подземных) и воздушных. Как правило, энергия передаётся именно воздушными линиями - они в разы дешевле подземных.

Опасность ЛЭП находится в прямой связи с напряжением электрического тока, который по ним передаётся. Напряжённость электромагнитного поля, которая оказывает влияние на наш организм напрямую зависит от напряжения линии и расстояния от нашего тела (головы) до самого нижнего провода. Исходящее от ЛЭП электромагнитное излучение считается высокоуровневым.

Мощные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения вызывают электромагнитное загрязнение среды обитания человека и, естественно, негативно влияют на наше здоровье.

Данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМИ во всех частотных диапазонах. ЭМИ высокой частоты приводят к нагреву тканей организма [2].

Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП определили наиболее чувствительные системы организма: нервную, иммунную, эндокринную, половую. Биологический эффект ЭМП в условиях многолетнего воздействия накапливается, вследствие чего возможно развитие отдаленных последствий дегенеративных процессов в центральной нервной системе, новообразований, гормональных заболеваний. К электромагнитным полям особенно чувствительны дети, беременные, люди с нарушениями в сердечно-сосудистой, гормональной, нервной, иммунной системах.

Влияние на нервную систему выражается в нарушении передачи нервных импульсов. В результате появляются вегетативные дисфункции (неврастенический и астенический синдром), жалобы на слабость, раздражительность, быструю

утомляемость, нарушение сна нарушается высшая нервная деятельность - ослабление памяти, склонность к развитию стрессовых реакций.

Влияние на сердечно-сосудистую проявляется, как правило, лабильностью пульса и артериального давления, склонностью к гипотонии, болями в области сердца. В крови отмечается умеренным снижением количества лейкоцитов и эритроцитов.

Также отмечается влияние на иммунную и эндокринную системы – установлено, что при воздействии ЭМИ нарушается иммуногенез, чаще в сторону угнетения. У животных организмов, подвергавшихся ЭМИ, отягощается течение инфекционного процесса. Влияние электромагнитных полей высокой интенсивности проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. Под действием ЭМИ увеличивается выработка адреналина, активизируется свертываемость крови, снижается активность гипофиза.

Замечено влияние на половую систему. Многие ученые относят электромагнитные поля к тератогенным факторам. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша. Наличие контакта женщины с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам, повлиять на развитие плода и, наконец, увеличить риск врожденных уродств [2].

На основании вышеперечисленных данных, для проведения измерений в представленной работе была выбрана ЛЭП в районе Бибирево города Москвы, которая располагается в непосредственной близости от жилых районов города – каждый день местные жители подвергаются воздействию ЭМИ.

Оценка уровней ЭМП промышленной частоты производится по величине напряженности электрической составляющей этого поля [4].

Измерения проводились прибором измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002.

Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002 предназначен для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов [3].

Место проведения: г. Москва, район Бибирево, пересечение ул. Широкой и ЛЭП.

Измерения уровня электромагнитного излучения (ЭМИ) производились в двух точках на расстоянии 50 метров друг от друга перпендикулярно к ЛЭП в непосредственной близости к жилым домам. Отсчет напряженности электрического поля производился в положении измерительной антенны на высоте 1,8 м над уровнем земли. Точка измерений 1 расположена точки проекции наибольшего провисания провода (от среднего провода в середине пролета), маршрут измерений проходит по пешеходной тропе. Регистрировались значения по осям X, Y, Z трижды. В качестве результата принимается среднее арифметическое значение.

Измерения проводились каждый час в период с 9 до 21 часов для выявления закономерностей изменения электрического и магнитного полей в течение дня.

Точки измерения были выбраны данным образом в связи с тем, что ЛЭП мощностью 220 и 550 кВ пересекают жилую зону района Бибирево (рис.1),

располагаются рядом с жилыми домами и могут оказывать негативное влияние на жителей при постоянном воздействии на протяжении продолжительного времени.

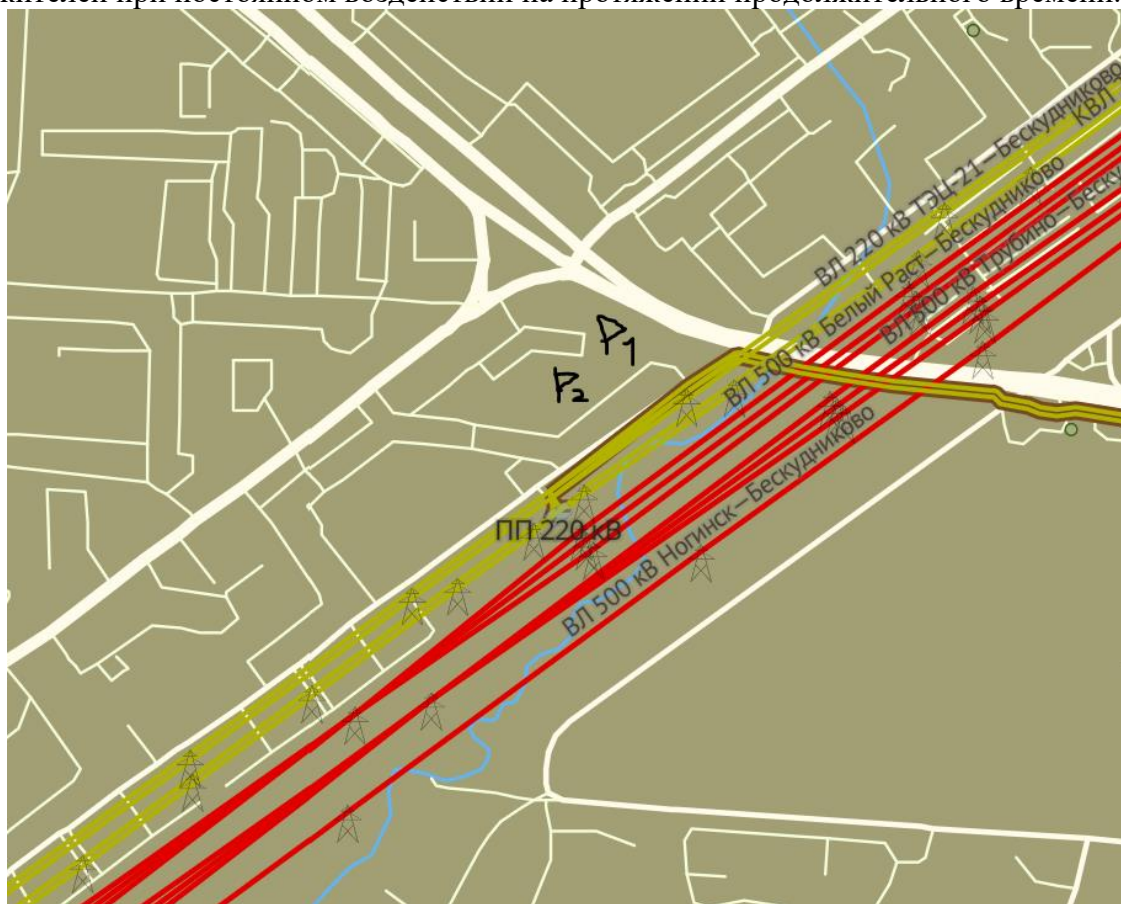


Рисунок 1 Схема расположения ЛЭП

В соответствии с СанПиН 2971-84 в качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля: на территории зоны жилой застройки - 1 кВ/м; на участках пересечения ВЛ с автомобильными дорогами I - IV категории - 10 кВ/м [5].

МГСН 2.03-97 Допустимые параметры электромагнитных излучений в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебных территориях устанавливает: напряжённость электрической составляющей (E) ЭМ поля, создаваемого высоковольтными воздушными линиями электропередачи промышленного тока промышленной частоты (50 Гц) не должна превышать:

на селитебной территории - $E = 1000 \text{ В/м}$;

в помещениях жилых и общественных зданий - $E = 500 \text{ В/м}$.

Гигиенический норматив ГН 2.1.8/2.2.4. 2262-07 «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебных территориях» устанавливает: в нежилых помещениях жилых зданий, общественных и административных зданиях, на селитебной территории, в том числе на территории садовых участков интенсивность МП частотой 50 Гц (действующие значения) не должна превышать 10(8) мкТл (А/м) [1].

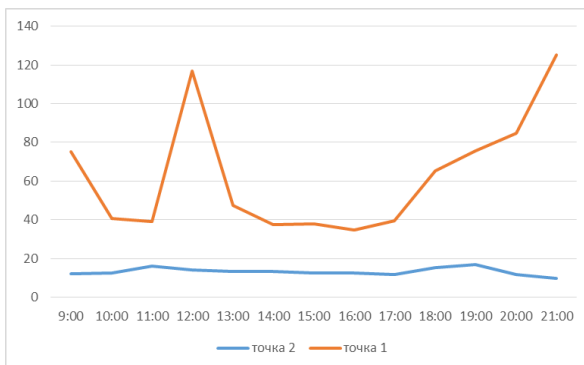


Рисунок 2 Напряженность электрического поля, E (В/м) 5-2000 Гц

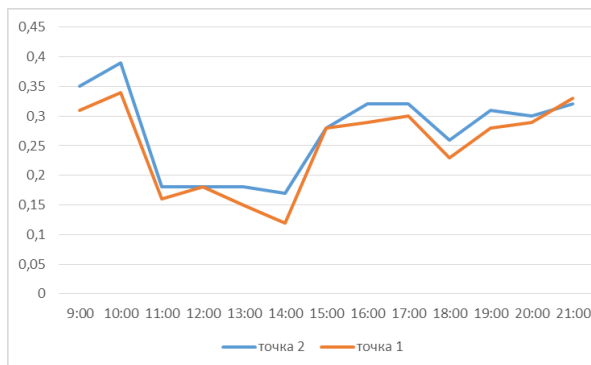


Рисунок 3 Плотность магнитного потока, H (мкТл) 5-2000 Гц

Выводы

- Линии электропередач мощность 220 и 550 Кв, расположенные вблизи домов по улице Широкая не оказывают негативного влияния на жителей;
- Напряженность электрического поля находится в пределах допустимой нормы;
- Плотность магнитного потока постоянна и находится в пределах допустимых норм;
- Наилучшим временем для проведения измерений электромагнитного поля от линий электропередач для составления полной картины загрязнения является 12 часов и 21 час.

Библиография

1. Гигиенический норматив ГН 2.1.8/2.2.4. 2262-07 Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях
2. Еськов Е.К., Тобоев В.А. Воздействие искусственно генерируемых электромагнитных полей на биологические объекты // Вестник ЧГУ. 2008. №2.
3. Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ - МЕТР-АТ-002 Руководство по эксплуатации МГФК 411173.004РЭ
4. Методические указания по определению электромагнитного поля воздушных линий электропередач и гигиенические требования к их размещению. МУ 4109-86
5. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. СанПиН 2971-84

*Основные аспекты работы МУП Заокский водоканал
Павелко А.В.* (МГРИ, anton-pavelko7@mail.ru), Сергеев И.С. (МГРИ,
sergeev13622@mail.ru), соавтор к.г.н. Абрамова Е.А. (МГРИ, abramovaea@mgru.ru)*

Аннотация

Бережное отношение к водным ресурсам является крайне насущной проблемой современного общества. В представленном материале отображена важность и необходимость систем водоочистки и водоснабжения на примере МУП Заокский водоканал. Поднят вопрос негативного воздействия водоканала на компоненты окружающей среды. Приведены примеры источников загрязнения на территории предприятия. Кратко рассмотрен вопрос образования и размещения отходов производства. Предложены мероприятия для улучшения эффективности его работы.

Ключевые слова

Подземные воды, водоотведение, сточные воды, очистные сооружения, водоснабжение.

Вода представляет собой один из самых распространённых и необходимых для жизни природных ресурсов. Наибольшее развитие в последние годы получил раздел гидрологии, который занимается изучением вод суши. Это является следствием того, что возрастают темпы использования пресной воды, её значимой роли в развитии экономики и жизни человеческого общества. В последние десятилетия в пределах многих районов отмечается ухудшение экологического состояния водных объектов и прилегающих к ним территорий, что связано со значительным антропогенным воздействием на природные воды. Соответственно одной из важнейших задач гидрологов и экологов является оценка изменений водных ресурсов как источника водоснабжения и водопотребления.

Одним из способов эффективной охраны гидросферы является разумное использование природных вод на предприятиях по забору, распределению, очистке и возвращению вод в природные объекты.

Централизованное использование воды, в том числе подземной, позволяет вести перманентный контроль за её потреблением, а также за загрязнением окружающей среды и принимать управляющие решения по нейтрализации негативного воздействия. Одним из таких предприятий является МУП Заокский водоканал, расположенный в пределах посёлка Заокское. История изучения гидрологических условий данного района началось еще в XIX веке и продолжается по настоящее время. Разведка подземных вод для водоснабжения пос. Заокский впервые была проведена в 1961 году. Водоносные горизонты, приуроченные к четвертичным, меловым и юрским отложениям, невыдержанные по площади и в разрезе, характеризуются неоднородностью фильтрационных свойств, невысокой водообильностью, и интереса для централизованного водоснабжения не представляют.

На данный момент обеспеченность населения области ресурсами речного стока – 4,381 тыс. м³/год на человека. По данным отдела водных ресурсов Московско-Окского БВУ по Тульской области. обеспеченность прогнозными ресурсам подземных вод составила 3,692 м³/сут на человека, что также ниже среднероссийского показателя (5,94

м³/сут на человека) и выше показателя федерального округа (1,894 м³/сут на человека) (рис. 1) [1].

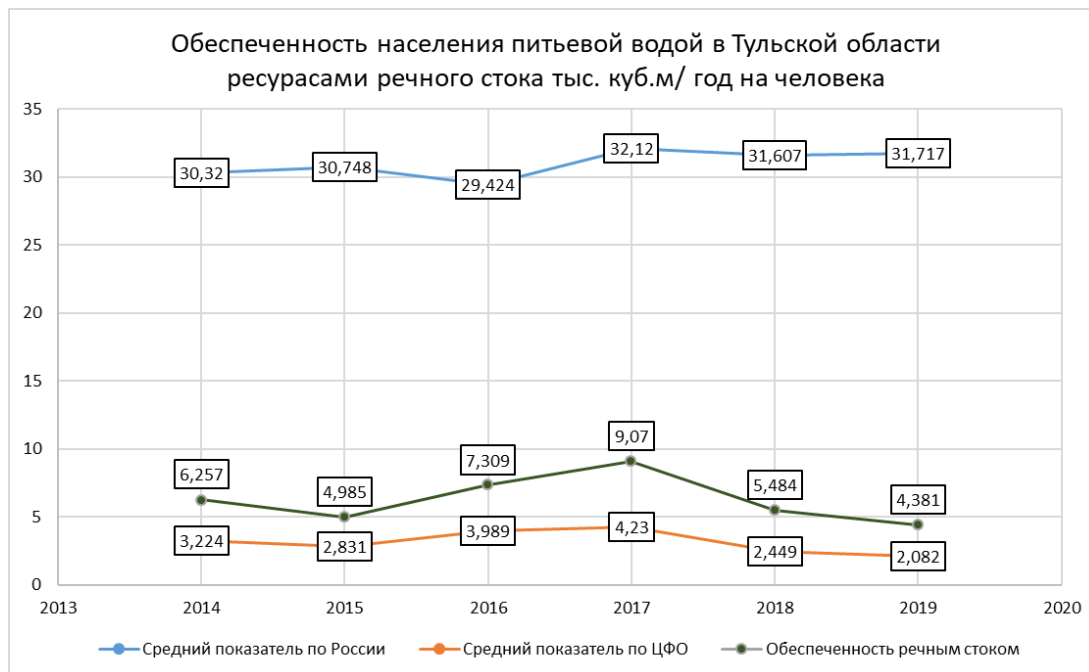


Рисунок 1. Обеспеченность населения питьевой водой в Тульской области

Система работы Заокского водоканала заключается в добыче подземных вод в соответствии с действующим законодательством Тульской области и установленными санитарными правилами, осуществлении восстановления учетных карточек скважин, согласовании программы мониторинга подземных вод, программы производственного контроля и иных лицензионных требований. Сотрудниками предприятия производится ежеквартально забор воды для химического и биологического анализа скважин.

Для забора подземных вод Заокским водоканалом используются каширские окско-тарусские, нижнетульские водоносные горизонты, с глубиной залегания от 40 до 125 метров. Район добычи подземных вод характеризуется как сложный, вследствие чего в летний период существует нехватка воды для полного обеспечения нужд по водопотреблению. В ближайшей перспективе планируется начать освоение Митинского месторождения, расположенного рядом с рекой Окой, которое характеризуется наличием большого дебита добычи воды, в количестве более 4000 кубов сутки.

МУП «Заокский водоканал» также осуществляет водоотведение сточных вод из поселка Заокский и других населенных пунктов Заокского района. Имеется проект предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденный Роспотребнадзором по Тульской области. На территории поселка Заокский расположены два больших очистных сооружения, осуществляющих прием сточных вод (рис. 2). Очистка производится механическим, химическим и биологическими способами производительностью до 500 кубов в сутки. Очищенная сточная вода сбрасывается в водные объекты, относящиеся к бассейну водной реки Ока. В других населенных пунктах имеются очистные сооружения модульного типа Астра-м 100-200 производительностью до 200 метров кубических в сутки.



Рисунок 2. Территория очистных сооружений

Влияние работы системы водоснабжения Заокского водоканала на окружающую среду выражаются: в объемах забора воды из источника и расходы на распределительной сети водоснабжения; риске разлива или выброса в атмосферу загрязняющих веществ; возможном сбросе неочищенных промывных вод водопроводными станциями в водные объекты. Перечень и количество веществ, разрешенных к сбросу представлены в таблице 1.

Таблица 1

Допустимые значения на выпуске сточных или дренажных вод в пределах нормативно допустимого сброса (на период действия разрешения на сброс) [4]

№	Наименование загрязняющего вещества	Допустимые значения	Т/год
1	Взвешенные вещества	11,15	1,347
2	БПКполн	3	0,362
3	Сухой остаток	1000	120,783
4	Хлорид-анион	300	36,235
5	Сульфат-анион	100	12,078
6	Нефтепродукты	0,05	0,006
7	Железо общее	0,1	0,012
8	Нитрат-анион	40	4,831
9	Нитрит-анион	0,08	0,010
10	Фосфаты	0,2	0,024
11	АСПАВ (сульфанол НП-3)	0,1	0,012
12	Амоний-ион	0,50	0,060
Итого:		175,76	43,337

В результате активного водопользования и работы предприятия на компоненты окружающей природной среды оказывается воздействие, приводящие в некоторых случаях к нарушению их экологического состояния. В то же время Роспотребнадзором в 2015 году была проведена санитарная эпидемиологическая экспертиза в пределах Тульской области на соответствии водных объектов санитарным требованиям. По итогам данной экспертизы было получено положительное экспертное заключение [2].

Одной из причин, вызывающей периодически возникающее отрицательное воздействие, является износ сетей и сооружений водно-канализационного хозяйства, которое составляет по разным данным от 62 до 85 процентов [4]. В результате случаются прорывы, оказывающие влияние на почвенный покров. Наблюдается нарушение структуры почвы, ее механического состава (увеличение количества мелкодисперсных частиц и уплотнения). Прорывы так же способствуют размыву, изменению газового обмена между почвой и атмосферным воздухом, изменениям в микробиологическом составе почв и уровне влажности.

В системе водопровода используются стальные трубы, недостаток которых – склонность к коррозии. Это добавляет содержание железа в водопроводной воде, а также в прилегающих к трубопроводу почвах. Иное химическое воздействие оказывается сточными водами. Река Скнига и другие водные объекты загрязняются легко окисляемыми органическими веществами, попадающими в нее вместе со сточными.

Основные источники загрязнения воздуха расположены на производственных площадках и представляют собой сварочные, котельные, аккумуляторные помещения, дизельные генераторы, автотранспорт предприятия и другое [3].

В процессе производственной деятельности образуются отходы 21 наименования различных классов опасности (I-V). Общая масса образования отходов составляет 620,882 тонн. На предприятии ведется жесткий контроль за отходами производства, который осуществляется в соответствии с разработанными нормативами на образование отходов и лимитов на их размещение. Таким образом, существующие места временного хранения отходов исключают их влияние на атмосферный воздух, почву, подземные и поверхностные воды.

Выводы

Существование такой структуры как МУП Заокский водоканал необычайно важно и необходимо для всего района. Для улучшения эффективности его работы можно предложить следующие мероприятия: модернизация очистных сооружений, переход на современный принцип очистки сточных вод, например, введение системы очистки и обеззараживания вод с помощью озона и ультрафиолета, проведение мероприятий, связанных с экологическим просвещением населения (лекции, плакаты, брошюры) в области бережного отношения к водным ресурсам, грамотная законодательная база.

Библиография

1. Вода России: научно-популярная энциклопедия. Тульская область: официальный сайт. – Москва. – URL: https://water-rg.ru/Регионы_России/2523/Тульская_область
2. Министерство природных ресурсов и экологии тульской области. Приказ от 24 сентября 2017 г. №870-0
3. Управление Росприроднадзора по тульской области об установлении нормативов выбросов в атмосферный воздух. Приказ от 13 сентября 2017 г. №288-н
4. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Тульский отдел аналитических исследований. Протокол результатов количественного химического анализа природных и сточных вод №1210-633/11,12 от 13 декабря 2016 г.

Оценка экологических рисков с помощью методики расчета приоритетного числа риска на примере ТЭЦ-26 г. Москвы

Петрова О.И.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), petrova.oksana.2012@yandex.ru), Экзарьян В.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), vnekzar@rambler.ru)

Аннотация

Экологический риск существует на любых промышленных объектах и производствах, независимо от мест их расположения. В рамках экологических рисков рассматривается вероятность возникновения опасности, появляющиеся при взаимодействии техногенных объектов и сосуществующих с ними экосистем

Оценка экологического риска, анализ всех негативных эффектов, которые могут оказать существенное воздействие на достижение экологических целей, на ТЭЦ-26 возможно представить в качестве расчета приоритетного числа риска.

Ключевые слова

Экологический риск, оценка, факторы, приоритетное число риска.

Теория

Выявление необходимости расчета экологических рисков происходит от второй половины 20 века, когда промышленное производство приобрело новые масштабы, вместе с тем участились экологические аварии, последствия которых трудно было предугадать.

В Российской Федерации согласно данным Росстат, насчитывается более 375,7 тыс. промышленных предприятий и организаций по разным формам экономической деятельности. Промышленные предприятия при ведении производственно-хозяйственной деятельности находятся под постоянным влиянием различных рисков: индивидуальных, социальных, технических, экологических. Именно вопросы, связанные со снижением негативного воздействия экологических рисков до минимального уровня, являются актуальными.

Экологический риск - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [10].

Основные составляющие экологического риска: оценка состояния здоровья человека и возможного числа жертв (санитарно-гигиенический подход, объектом которого является организм человека); оценка воздействия загрязняющих веществ на природную среду (экосистемный подход, объектом которого является экологическая система с их абиотическими и биотическими компонентами).

Оценка экологического риска носит комплексный характер, часто основанный на разнородных данных. Для расчета оценки необходимо определить структуру ущерба, то

есть потеря, и привести все показатели к единой нормированной шкале оценок. При разработке методов расчета риска основой расчетов служит следующая формула риска [11]:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \times X_i$$

где R - количественная мера риска, выражаемая в тех же показателях; n - число возможных вариантов потерь; P_i - вероятность наступления неблагоприятного события (группы событий); X_i - размер потерь в количественном выражении.

Метод оценки приоритетного числа риска (далее - ПЧР) является обязательным элементом в структуре FMEA-анализа экологического риск-ориентированного подхода. В процессе расчета ПЧР возможно проанализировать экологические риски предприятия, их последствия и меры по воздействию на факторы риска. Расчет приоритетного числа риска является количественной оценкой опасности, которая определяется путем произведения трёх критериев. Каждый критерий имеет свою шкалу балльных оценок от 1 до 10, таким образом, максимальное значение ПЧР может достигать 1000 [3]:

$$\text{ПЧР} = S \times O \times D = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

где S - критерий значимости последствий; (O) - критерий возникновения опасности - частота; (D) - критерий обнаружения опасности

Ранжирование уровней рисков обычно происходит по показателям результата, если ПЧР менее 40, то низкий уровень, от 40-100 – средний, выше 100 – критический. Данный метод расчета наилучшим образом подходит для оценки экологических рисков на теплоэлектроцентрали ТЭЦ-26.

Процесс анализа и оценки рисков осуществляется поэтапно с выполнением всех необходимых действий с целью создания эффективной системы реагирования:

1. Определение всех причин и источников возможных неблагоприятных событий, как внешних и внутренних факторов, определение потенциально опасных экологических факторов экологического риска.
2. Выполнение качественного анализа рисков, описание различных последствий. Риски описаны через факторы, которыми можно управлять или корректировать, это необходимо для того, чтобы выработать результативные рекомендации.
3. Разработка вариантов и действий по устранению и минимизации рисков.
4. Расчет количественной оценка уровня риска для каждого фактора, выявление последствий и рекомендуемых действий, методом расчета приоритетного числа риска (ПЧР) (табл. 1). После расчета определяется соответствующий уровень риска и необходимость разработки мероприятий для снижения уровня в случае превышения критического значения (ПЧР=100).

Таблица 1.

Расчет количественной оценки рисков методом ПЧР

№ п/п	Наименование риска	Описание факторов риска	S	O	D
1.1	Риск разлива	Нарушение в работе очистных сооружений	6	2	3
1.2	нефтепродуктов (с	Нарушение технологического режима на ТЭЦ	5	2	3
1.3	попаданием в природный водный объект)	Аварии на технологическом оборудовании	6	3	3
2.1	Превышение выбросов ЗВ в атмосферу по ПДК на ТЭЦ	Использование мазута в качестве основного топлива на ТЭЦ	6	2	3
2.2		Нарушение технологического режима на ТЭЦ	5	2	3
2.3		Аварии на технологическом оборудовании	6	2	3
2.4		Сбои в работе датчиков контрольно измерительных приборов и автоматики (КИПиА)	2	2	2
3.1	Превышение сбросов ЗВ в водные объекты по ПДК на ТЭЦ	Аварии на технологическом оборудовании	6	3	3
3.2		Нарушение в работе очистных сооружений	6	2	3
3.3		Нарушение технологического режима на ТЭЦ	5	2	3
3.4		Сброс загрязненной воды в водоем, в следствии строительных/ремонтных работ на оборудовании/объекте	4	2	3
3.5		Хим состав воды на точке водозабора уже не соответствует требованиям регулятора на точке сброса	4	3	5
4.1	Риск в сфере обращения отходами	Захламление территории при сборе, неверное хранение и накопление отходов	4	2	2
5.1	Отсутствие разрешительной документации на выбросы ЗВ, сбросы ЗВ, и лимитов на размещение отходов	Выбор недобросовестной подрядной организации	2	3	4
5.2		Неверное планирование работы по разработке разрешительной документации	1	2	3
5.3		Изменение природоохранного законодательства, отсутствие подзаконных актов для утверждения разрешительной документации (для разработки комплексного экологического разрешения)	1	4	5

В соответствии с таблицей 1 составлен рисунок 1 по результату расчета ПЧР, можно сделать вывод, что уровень экологических рисков ТЭЦ-26 является ниже критического без каких-либо мер по минимизации.

Средний уровень ПЧР связан с факторами аварий на технологическом оборудовании и загрязнении водоемов при риске разлива нефтепродуктов и сбросов вод с превышением ПДК, ПЧР=54, а так же со сбросом загрязненных сточных вод в результате, когда химический состав воды на точке водозабора уже не соответствует нормативным требованиям, ПЧР=60.

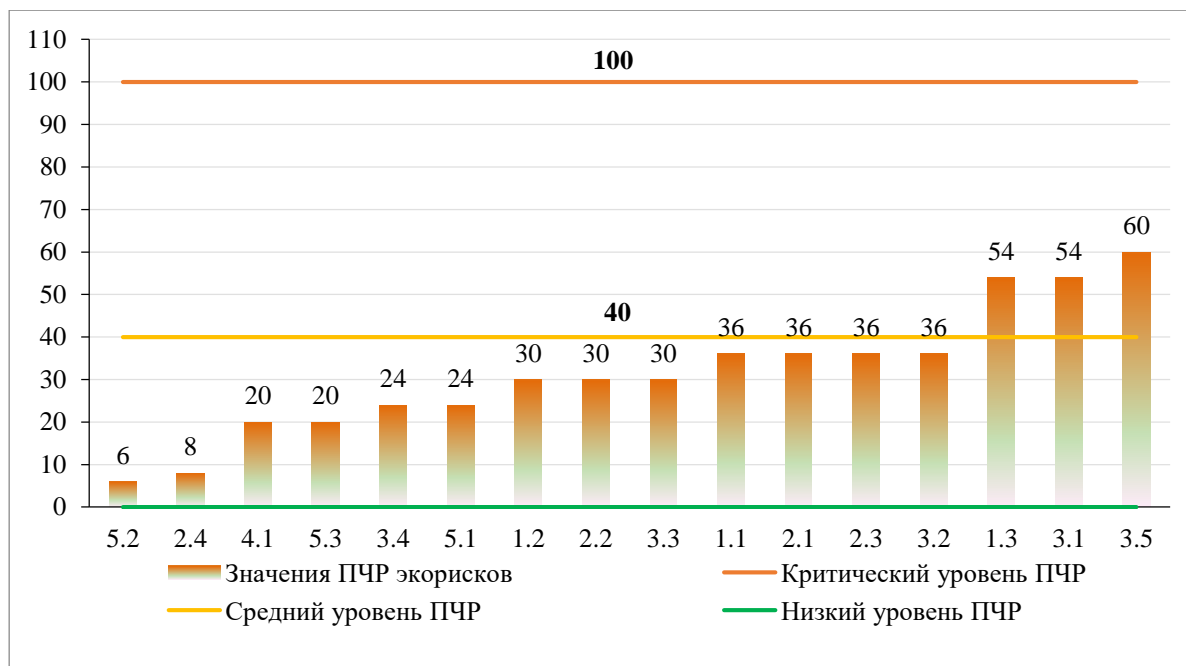


Рисунок 1. Ранжированный перечень экологических рисков

Выводы

Таким образом, расчет ПЧР на предприятии ТЭЦ-26 позволил выявить именно те аспекты производственной деятельности, которые обуславливают наибольший риск, определить их потенциальные причины, выработать предупреждающие действия по их предотвращению и, следовательно, предупредить затраты на нейтрализацию последствий, что очень важно с экологической точки зрения. Подобный подход позволит усилить экологический контроль и установить экологические проблемы теплоэлектроцентрали.

Библиография

- ГОСТ Р 51814.2-2001 Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов. Дата введения 01.01.2002
- Федеральный закон от 10.01.2020 № 7 (ред. от 31.05.2020) «Об охране окружающей среды» (с последующими изменениями и дополнениями в ред. от 30.12.2020)
- Федина Е.О., Минеева О.В., Зенкин А.С. Использование современных методов анализа рисков при оценке промышленной безопасности предприятий // Менеджмент. - 2007. - № 1. - С. 144–149

**«Оценка современного состояния звукоизоляции ограждающих конструкций
селитебных территорий»**

Полупанова Д. И.* (МГРИ РГГРУ, dpolupanova@mail.ru)

Аннотация

В настоящее время проблемы звукоизоляции в эксплуатируемом жилом фонде и вновь возводимых зданиях весьма актуальны. Одним из аспектов экологической обстановки в городах являются повышенные уровни шума, связанные с увеличением интенсивности движения автомобильного транспорта, внедрением нового бытового, инженерного и санитарно-технического оборудования, которые оказывают вредное воздействие на человека и на селитебной территории, и на рабочем месте. Важной задачей современного строительства гражданских зданий является создание комфортного акустического климата в помещениях различного назначения.

Сегодня специалистами широко используются два типа звукоизолирующих систем: бескаркасные, каркасные. Наиболее простым способом повышения звукоизоляции в помещении является бескаркасная технология. Каркасный монтаж более сложен с технической точки зрения.

Было отмечено, что среди изученных материалов и конструкций не оказалось таких, которые уменьшали воздушный и ударный шумы с одинаковой эффективностью.

Ключевые слова

Звукоизоляция, шум, шумоподавление, экология, селитебные территории

Теория

Важной задачей современного строительства гражданских зданий является создание комфортного акустического климата в помещениях различного назначения. Акустический климат в помещении в значительной степени определяется способностью ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий и т.п.) изолировать воздушный и ударный звук, а условия слухового восприятия речи и музыки (особенно важно для ряда общественных зданий) — способностью поглощать звук ограждающими поверхностями.

Общими характеристиками для средств звукоизоляции являются их экологичность, гигиеничность и сертификат пожарной безопасности, подтверждающий качество и соответствие противопожарным нормам, установленным ГОСТами. Правильная акустика жилых помещений стала важным этапом строительства сравнительно недавно.

Для создания акустического комфорта в жилых помещениях у проектировщиков есть широкий спектр документации и источников информации: нормативная база по борьбе с шумом в помещениях и по звукоизоляции ограждающих конструкций в виде ГОСТ, СНиП, СП; различные руководства, инструкции, рекомендации и пособия по расчету и проектированию звукоизоляции, виброизоляции ограждающих конструкций; альбомы инженерных решений звукоизоляции стен и перекрытий; предложения и рекомендации различных фирм по применению предлагаемых звукопоглощающих и звукоизолирующих конструкций и материалов.

Звукоизоляции современными материалами подвергаются стены, перегородки, потолки и полы, окна и двери помещений, оборудование, которое подлежит потолочному или стеновому монтажу, а также инженерные коммуникации. При этом звукоизоляционные материалы должны выполнять две главные функции - предотвращать колебания звуковой волной преграды (например, межкомнатной перегородки), а также, по возможности, поглощать и рассеивать звуковую волну.

Технологии шумоизоляции (звукоизоляции) используют четыре принципа контроля как воздушного, так и структурного шума: поглощение, блокирование, преломление, изоляция.

Применение тех или иных звукоизоляционных материалов и технологий всецело зависит от предназначения помещения. Условно здесь можно выделить следующие категории: офисные, производственные и жилые помещения.

Согласно нормам действующего законодательства, при звукоизоляции необходимо следовать определённым стандартам. Так, СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" устанавливает допустимый уровень шума для производственных помещений - не более 85 дБ, для офисных - не более 60 дБ, для жилых - не более 55 дБ днём и 45 дБ ночью.

Шумы в жилых помещениях подразделяются на воздушный, ударный и структурный. Дополнительной причиной акустического дискомфорта в жилых квартирах служит инженерное оборудование в зданиях. Особенно это сказывается в зданиях из сборных или монолитных железобетонных конструкций.

Для однослойных массивных ограждений существует зависимость – чем оно массивнее, тем лучше оно изолирует помещение от шума. Согласно исследованиям, удвоение массы конструкции приводит к улучшению звукоизоляции в среднем на 6 дБ.

Однако требование рационального расхода ресурсов диктует необходимость развития современного проектирования звукоизоляции в направлении обеспечения требуемых акустических условий в помещениях за счет регулируемой звукоизоляции ограждений при минимально возможной их массе.



Рисунок 4. Пример звукоизоляции ограждающей конструкции

Чтобы звукоизоляция перекрытия в строящихся панельных зданиях соответствовала нормативным требованиям, необходимо по плите толщиной 100 мм

спроектировать и качественно выполнить пол по упругим звукоизоляционным прокладкам. Но обычно непосредственно на плиты настиляется линолеум или ламинат на тепло-звукоизоляционной основе - вспененном полиэтилене. В итоге через перекрытия слышен даже негромкий разговор.

Одним из перспективных способов снижения проникающих уровней шума является использование звукоизолирующих ограждающих конструкций. Разработка современных ограждений с повышенными звукоизоляционными характеристиками является актуальным направлением научных исследований, имеет важное экологическое и социально-экономическое значение.

Однако известное решение нередко идет по пути увеличения массы звукоизолирующих конструкций, как следствие требуется увеличение несущей способности всех несущих конструкций здания, т.е. ведет к удорожанию строительства. В связи с этим необходимо создание новых конструкций, отвечающих заданным звукоизоляционным требованиям при меньшей поверхностной плотности, чем традиционные ограждения.

Процесс поглощения звука происходит за счет перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах материала, поэтому для эффективного звукопоглощения материал должен обладать пористой структурой, причем поры должны быть открыты со стороны падения звука и соединяться между собой (незамкнутые поры), чтобы не препятствовать проникновению звуковой волны в толщу материала.

Важной задачей современного строительства гражданских зданий является создание комфортного акустического климата в помещениях различного назначения. Акустический климат в помещении в значительной степени определяется способностью ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий и т.п.) изолировать воздушный и ударный звук, а условия слухового восприятия речи и музыки (особенно важно для ряда общественных зданий) — способностью поглощать звук ограждающими поверхностями.

Монолитное здание представляет собой монолитное сооружение на фундаменте из армированной бетонной плиты толщиной не менее метра, который соединяется со стенами бесшовным способом. Такое здание имеет большой срок эксплуатации. Но этот плюс часто компенсируется серьезным минусом – отличной слышимостью. По статистике, чаще всего случаи недостаточной звукоизоляции наблюдаются в монолитных домах.

Когда речь заходит о шумоизоляции окна, в первую очередь подразумеваются свойства стеклопакета. Стеклопакет — это конструкция из 2-х и более стёкол, склеенных между собой через дистанционную рамку и образующие замкнутую герметичную камеру. Стеклопакет из 2-х стёкол называется однокамерным, из 3-х стёкол — двухкамерным, из 4-х — трёхкамерным. Максимальное количество стёкол в стеклопакете ГОСТ не нормирует.

Выводы

В данной работе была произведена оценка современного состояния звукоизоляции жилых и общественных зданий, для чего были изучены нормативные

документы по звукоизоляции, рассмотрены основные пути распространения шума в зданиях, проанализировано современное состояние вопроса нормирования звукоизоляции, описаны мероприятия по защите от шума в помещениях жилых и общественных зданиях и представлены возможные решения выявленных проблем. Рассмотрены критерии оценки изоляции ударного и воздушного шумов ограждающими конструкциями, преимущественно применяемыми в жилых и общественных зданиях.

Библиография

1. ГОСТ 27296-2012 Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций.
2. ГОСТ Р 56926-2016. Конструкции оконные и балконные различного функционального назначения для жилых зданий.
3. ГОСТ Р ЕН 12354-1-2012 Акустика зданий. Методы расчета акустических характеристик зданий по характеристикам их элементов. Часть 1. Звукоизоляция воздушного шума между помещениями.
4. Королева, А. Н. Современные методы звукоизоляции в многоквартирных домах / А. Н. Королева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 8 (298). — С. 30-32. — URL: <https://moluch.ru/archive/298/67579>.
5. Крышов С.И. Натурные измерения звукоизоляции в новостройках Москвы // Материалы Международной Акустической Конференции МАК 2019, Москва, 01.02.2019 г.
6. СНиП 23-03-2003. Защита от шума / Госстрой России. - М., 2003.
7. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий / Госстрой России. - М., 2004.
8. Фадеев А. С, Цукерников И. Е., Оценка изоляции воздушного шума межквартирной перегородки из поризованных материалов невысокой объемной плотности // Акустика среды обитания АСО - 2019, четвертая всероссийская конференция молодых ученых и специалистов, материалы конференции — М, 2019.
9. Ярцев, В. П. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. — 2017. — № 1. — С. 8–11.

Использование программного комплекса «АЭМО» для расчета границ СЗЗ и ЗОЗ аэропортовых ПРТО на примере комплекса «Большое Савино» (г. Пермь)

Посаженников Ю.С.* ((Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)), suomenpsycho@gmail.com)

Аннотация

В работе рассмотрена возможность применения программного комплекса «АЭМО» для построения проектируемых санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки передающих радио-технических объектов. В качестве примера был рассмотрен комплекс объектов в составе проекта реконструкции аэропортового комплекса «Большое Савино» (г. Пермь).

Ключевые слова

Исследование, электромагнитное поле, санитарно-защитная зона, зона ограничения застройки, программный комплекс

Теория

К передающим радиотехническим объектам (ПРТО) на гражданских аэродромах относятся объекты управления воздушным движением (УВД), радионавигации и посадки.

Источниками электромагнитных полей (ЭМП), формирующих электромагнитные излучения радиочастот (ЭМИ РЧ) в диапазоне средних, очень высоких и ультравысоких частот (СЧ, ОВЧ, УВЧ), являются передающие радиотехнические объекты.

ПРТО излучают в окружающее пространство электромагнитную энергию, которая может вызвать повышение уровня электромагнитного поля (ЭМП) в местах пребывания людей. Этот уровень при определенных условиях может оказаться больше гигиенически предельно допустимого уровня (ПДУ) и представлять опасность для находящихся вблизи объектов ПРТО людей.

Основным принципом защиты людей от вредного воздействия электромагнитных излучений является размещение передающих радиотехнических объектов таким образом, чтобы исключить влияние данного фактора, что достигается введением санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон ограничения застройки (ЗОЗ).

Объектом исследования был выбран аэропорт «Большое Савино» г. Пермь, в связи с планируемой реконструкцией аэропортовой инфраструктуры. Основанием для работы послужил федеральный приказ «Развитие региональных аэропортов и маршрутов», в рамках которого ведется реконструкция региональных аэропортов, а также региональный приказ Пермского края о реновации аэропортовой инфраструктуры.

Для написания работы была использована специализированная программа «Программный комплекс анализа электромагнитной обстановки версия 4.0 (ПК АЭМО 4.0)».

В процессе исследования были решены следующие задачи:

- Анализ теоретической информации относительно передающих источников
- Проведение расчетов в специализированном программном обеспечении
- Построение получившихся границ СЗЗ и ЗОЗ на топографическом материале
- Составление выводов относительно получившихся границ.

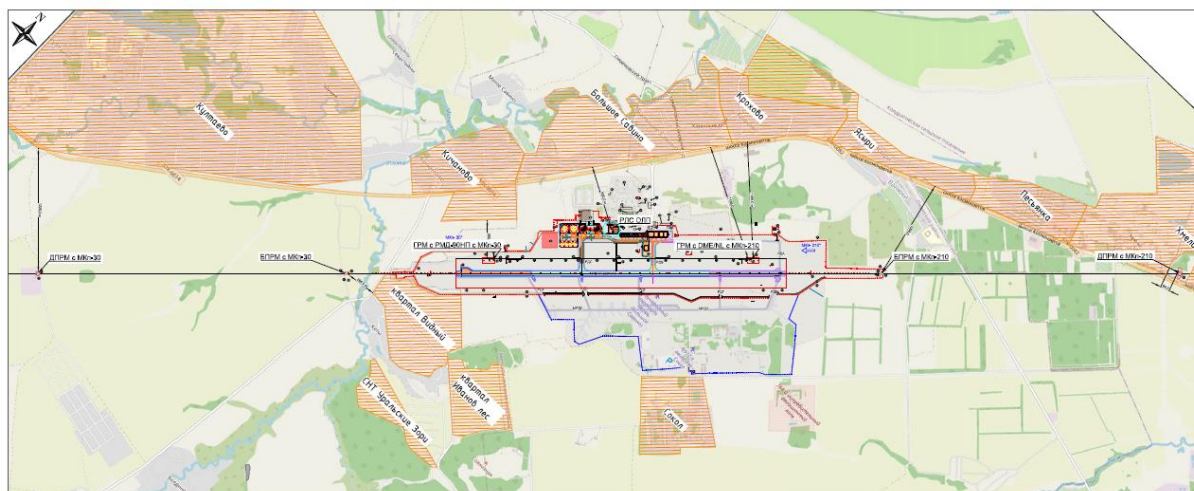
Характеристика проектируемых передающих радио-технических объектов приведена в таблице 1.

Таблица 1.
Технические характеристики передающего оборудования

№	Название ТС	Мощность передатчика, Вт	Рабочая частота, МГц	Количество передатчиков, шт	Тип модуляции	КУ, дБн	Мощность на входе антенны, Вт	Высота фазового центра, м	Азимут, град	Угол места, град	Время работы, ч
1	ГРМ СП-200 с МКп-30°	4,0	335,0	2	A2N	6,0	59,491	10,0	0,0	6,0	0:00 - 24:00
2	РМД-90НП с МКп-30°	28,0	1215,0	1	PON, K1A	-	14,32	2,2	0,0	35,0	0:00 - 24:00
3	БПРМ РМП-200 с МКп-30°	200,0	1,75	1	Амплитудная	2,51	4,298	0,0	0,0-360,0	20,0	0:00 - 24:00
4	БПРМ РММ-200 с МКп-30°	4,0	75,0	1	Амплитудная	1,0	2,252	2,35	0,0	90,0	0:00 - 24:00
5	ДПРМ РМП-200 с МКп-30°	200,0	1,75	1	Амплитудная	2,51	4,298	0,0	0,0-360,0	20,0	0:00 - 24:00
6	ДПРМ РММ-200 с МКп-30°	4,0	75,0	1	Амплитудная	1,0	2,252	2,35	0,0	90,0	0:00 - 24:00
7	ГРМ ILS 2700 с МКп-210°	4,0	335,0	16	A2N	12,0	48,798	10,0	35,0	0,3-1,75	0:00 - 24:00
8	DME/NL2700 с МКп-210°	100,0	1215,0	1	PON, K1A	9,0	25,543	2,2	360,0	0,7-20,0	0:00 - 24:00
9	БПРМ РМП-200 с МКп-210°	200,0	1,75	1	Амплитудная	2,51	4,298	0,0	0,0-360,0	20,0	0:00 - 24:00
10	БПРМ РММ-200 с МКп-210°	4,0	75,0	1	Амплитудная	1,0	2,252	2,35	0,0	90,0	0:00 - 24:00

	МКп-210°										
11	ДПРМ РМП-200 с МКп-210°	200,0	1,75	1	Амплитудная	2,51	4,298	0,0	0,0-360,0	20,0	0:00 - 24:00
12	ДПРМ РММ-200 с МКп-210°	4,0	75,0	1	Амплитудная	1,0	2,252	2,35	0,0	90,0	0:00 - 24:00
13	РЛС ОЛП Атлантика	5000 (4Е-06; 5000; 60)*	34200,0	1	Импульсная	38,5	2,149	32,5	0,0-360,0	0,5	0:00 - 24:00

Нанесенные на топографический план итоговые границы расчетных санитарно-защитных зон и зон ограничения строительства представлены на рисунке 1.



№ полей (план)	Наименование	Примечание
	Проектируемые здания и сооружения	
85	Основная аварийно-восстановительная станция «РЛС ОЛП»	7 этаж
101	ГРМ с МКп-210°	7 этаж
102	БПРМ с МКп-210°	6 этаж
103	ДПРМ с МКп-210°	6 этаж
104	ГРМ с МКп-210°	7 этаж
106	БПРМ с МКп-210°	5 этаж
107	ДПРМ с МКп-210°	5 этаж

— расчетные границы санитарно-защитных зон (СЗЗ) проектируемых ПРТО
— расчетные границы зон ограничения застройки (ЗОЗ) проектируемых ПРТО

Рисунок 1. Топографический план аэропортового комплекса с нанесенными на него расчетными границами СЗЗ и ЗОЗ проектируемых ПРТО.

Выводы

В результате исследования были сделаны выводы о соответствии проектных решений требованиям СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03, вредное воздействие электромагнитного излучения на население предупреждено путем правильного выбора размещения проектируемого ПРТО, при котором уровень электромагнитного излучения радиочастот (ЭМИ РЧ) будет значительно ниже предельно допустимого уровня, установленного для населения.

Благодарности

Выражаю благодарность ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект» за возможность использования рабочей документации организации и проведения исследования на базе предприятия. Отдельную благодарность хотелось бы выразить начальнику отдела

экологии аэропортов и аэропортовой инфраструктуры Ромашковой-Мазовой Наталии Алексеевны и ведущему специалисту отдела Кузьминой Марии Викторовны.

Библиография

1. А – 4044 – ИОС – РО1.Т - Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений
2. А-4044-Материалы инженерно-экологических изысканий
3. А-4044-Материалы к санитарно-эпидемиологическому заключению на размещение передающих радиотехнических объектов (ПРТО)
4. Ерохин В.В., Патрикеев О.В., Слепченко А.П. Характеристики интегрированной системы навигации при совмещении дифференциальной станции с источником радионавигационного сигнала НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК МГТУ ГА, Москва, 2015, 35 страниц
5. Ленинец – РЛС ОЛП «Атлантика» -технические характеристики
6. Малиновская Т.А. «ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ, ВЕРСИЯ 4.0 - Руководство пользователя». ФГУП НИИР, 2010 © ОАО «СМАРТС», 2010, 116 страниц
7. Пермь (Аэропорт). Wikipedia.org [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%8C_\(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%8C_(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82))
8. Приказ Росаэронавигации от 26.11.2007 N 115 Об утверждении и введении в действие Федеральных авиационных правил "Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь
9. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические правила к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях»
10. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов»
11. Что такое приводной маяк? ОПРС, ОПРМ, ДПРМ, БПРМ на средних и длинных волнах Ruqrz.com [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ruqrz.com/chto-takoe-privodnoj-mayak-oprs-oprm-dprm-bprm-na-srednih-i-dlinnyh-volnah/>

Техногенные геохимические барьеры окклюзионного типа
Родькина И.А. (МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет,*
irina-rodkina2007@yandex.ru), Самарин Е.Н. (МГУ имени М.В. Ломоносова,
геологический факультет, samarinen@mail.ru))

Аннотация

Создание различных искусственных геохимических барьеров в последние годы становится все более и более актуальным решением для защиты окружающей среды от различных негативных техногенных воздействий. В качестве основного типа взаимодействия между барьером и загрязняющим веществом большинством исследователей выделяется сорбция, а точнее три различных механизма этого процесса: кислотно-основное осаждение, сорбция на минеральной поверхности и хемосорбция. Авторами был выделен четвертый вид механизмов сорбционного взаимодействия между геохимическим барьером и загрязняющими веществами.

Ключевые слова

Окклюзия, геохимический барьер, аминокласты, сорбция, загрязнитель

Теория

В последнее время негативное влияние человека на окружающую среду приобретают все более и более масштабный характер. В связи с чем вопросы, связанные с уменьшением этого влияния, становятся наиболее актуальными. Специфика воздействия локальных источников загрязнения на окружающую среду заключается в том, что закономерности и механизмы процессов, контролирующей направленность и интенсивность неблагоприятного развития событий, обусловлены равным образом особенностями геофильтрации и своеобразием геохимических превращений на соответствующих участках геологической среды [2]. Такие участки принято рассматривать как техногенные геохимические барьеры [3]. Наибольшая эффективность защитных мер может быть достигнута при одновременном и возможно более полном использовании принципов и методов управления как процессами геофильтрации, так и геохимическими параметрами среды, то есть созданием искусственных техногенных барьеров [4].

Обычно такие барьеры являются сорбирующими, т.е. обладающими повышенной сорбционной способностью к какому либо загрязнителю или к группе загрязняющих веществ. Исследователями принято выделять несколько механизмов сорбции, таких как кислотно-основное осаждение, сорбция на минеральной поверхности и хемосорбция.

Многочисленные эксперименты проведенные авторами, позволяют выделить четвертый тип техногенных геохимических барьеров, а именно окклюзионный. В этом случае сорбция загрязнителя протекает по всему объему агрегатов, образующихся на первой стадии полимеризации, а сорбируемый радикал, влияя на кинетику процесса, жестко встраивается в структуру конечного полимера.

Для обоснования выделения барьера подобного типа были созданы искусственные песчаные грунты с добавлением аминокласта. Исследование поглощающей способности искусственного грунта проводилось по отношению к свинцу,

как к наиболее опасному (1 класс опасности) из часто встречающихся загрязняющих веществ.

Из всего класса синтетических смол именно олигомеры (смолы) подобные аминокластам, твердеющие по механизму сополиконденсации, представляют наибольший интерес для повышения сорбционной емкости грунтов по отношению к тяжелым металлам. Это обусловлено тем, что при сшивании объемного полимера образуются связи, чрезвычайно чувствительные к кислотно-основным условиям, а, следовательно, и весь полимер должен проявлять активность к аквакомплексам тяжелых и переходных элементов, способных задействовать гидроксильные группы в донорно-акцепторных взаимодействиях. Более того, отходы большинства производств имеют кислую или слабокислую среду, а именно в такой среде происходит низкотемпературная полимеризация аминокластов все это предполагает, что аминокласты являются чрезвычайно перспективными для получения грунтовых композитов с повышенной сорбционной способностью.

Проведенные эксперименты показали, что процесс поликонденсации карбамидной смолы идет за счет образования эфирных ($-CH_2 - O - CH_2 -$) и метиленовых ($-CH_2 -$) связей между олигомерными молекулами моно- и диметилмочевины, как при взаимодействии только одних метилольных групп, так и при взаимодействии метилольных и амидных групп. Обе связи резко полярны. Полимеризация сопровождается сорбцией свинца, как при добавлении карбамидной смолы в раствор нитрата свинца, так и при добавлении раствора нитрата свинца в карбамидную смолу. В первом случае смола полимеризуется в диапазоне pH от 2 до 5, причем уже при pH=2,1 смола из раствора поглощает весь свинец; общее количество сорбированного смолы свинца составляет 52,66 мг/г смолы плотностью 1,184 г/см³ или 44,47 мг/см³.

Так же это было подтверждено проведенными ИК-исследованиями. На ИК-спектрах чистой смолы регистрируется рефлекс 906 см⁻¹, отвечающий колебаниям амидной группы CONH. На ИК-спектрах смолы после взаимодействия со свинцом такой пик не наблюдается [5]; можно сделать предположение, что свинец встраивается в структуру полимера, образуя связи с азотными радикалами напрямую и через группу CH_2 .

На рис.1 обобщены результаты исследований по сорбции кадмия, свинца и цинка грунтовыми композитами различного состава. Сопоставление эффективности различных композитов в качестве основного материала для создания искусственных геохимических барьеров по отношению к тяжелым металлам позволяет сделать следующие выводы. Все виды исследованных вяжущих, даже в незначительных количествах, могут быть использованы для создания грунтовых композитных материалов с повышенной сорбционной емкостью. При этом могут быть задействованы все механизмы сорбции. Тем не менее, преимущества использования некатализованного аминокласта в качестве эффективного модификатора очевидны.

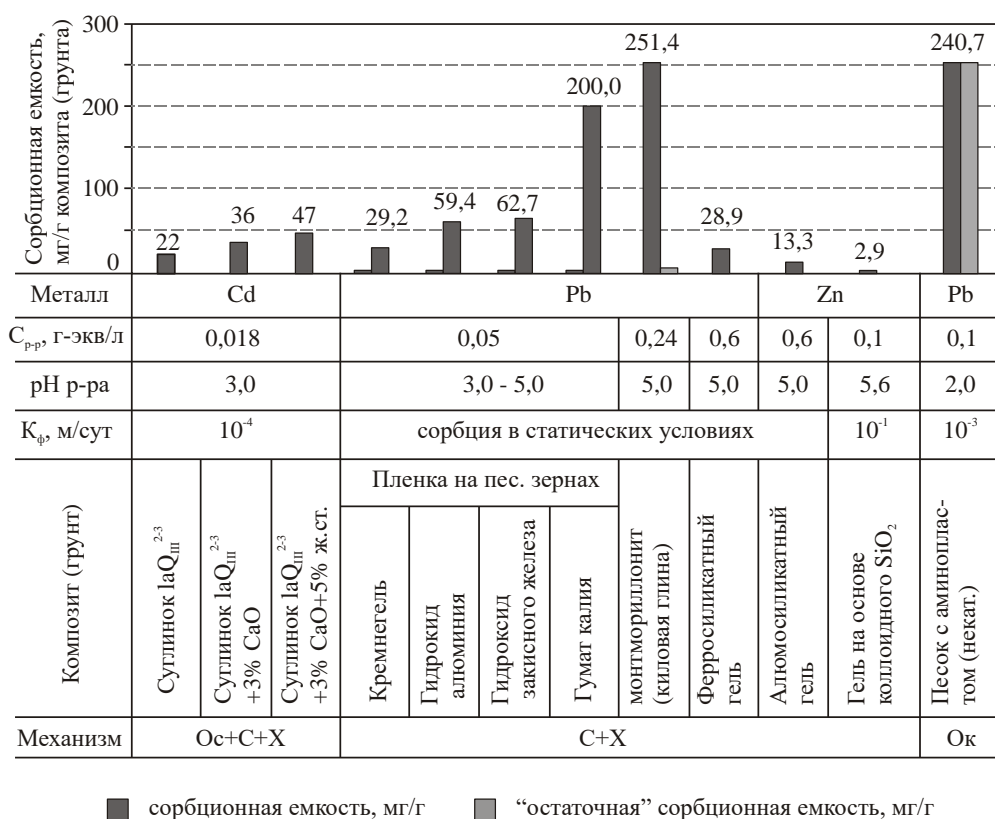


Рисунок 1. Эффективность различных модифицирующих добавок для повышения сорбционной емкости грунтовых композитов к тяжелым металлам (по отношению к кадмию, свинцу и цинку). Механизм сорбции: Ос - кислотно-основное осаждение; С – сорбция на минеральной поверхности; Х – хемосорбция; Ок – окклюзия (вовлечение в структуру полимера).

Представленная диаграмма показывает, что из рассмотренных веществ наибольшей (более чем в 2-3 раза превышает сорбционную емкость у остальных веществ) сорбционной емкостью по отношению к свинцу обладают гумат калия, монтмориллонит и грунтовые композиты с добавлением карбамидной смолы - сорбционная емкость 200, 251,4 мг/см³ и 240 мг/см³ образца соответственно. Однако, сорбционно насыщенные композиты ведут себя неодинаково.

Постадийная экстракция сорбированного металла (по схеме Tessier ea., 1997) показывает, что гумат калия обменно сорбирует не более 2 % свинца и около 7 % сорбции приходится на легко извлекаемые поверхностные комплексы. Весь остальной свинец (88 % от общего количества) образует весьма устойчивые поверхностные комплексы, которые удастся разрушить, только применив реактив Тамма. Остаточная сорбция не превышает 3 % [7]. Вследствие этого гумат калия является весьма эффективным сорбентом, однако весьма трудно получаемый в больших количествах, что делает его использование мало эффективным.

Монтмориллонит в зависимости от концентрации свинца в контактирующем растворе обменно сорбирует от 11 до 18 % металла; все остальное количество приходится на специфическую сорбцию (хемосорбцию), причем практически половина от этого количества (31-39 %) обеспечивается слабосвязанными поверхностными комплексами (внешней сферы?), а оставшаяся часть (42-51 %) – прочно связанными комплексами, разрушаемыми при экстракции реактивом Тамма. Таким образом, при

неограниченной фильтрации растворов, содержащих тяжелые металлы теоретически возможна весьма существенная реэкстракция токсикантов, особенно в условиях снижения рН фильтрата. Остаточная сорбция свинца на монтмориллоните не превышает 5-9 % от первоначально сорбированного металла [6].

Выводы

Таким образом, следует отметить, что некатализованный аминопласт является очень эффективным материалом для создания грунтовых композитов с повышенной сорбционной способностью, способным необратимо сорбировать свинец в процессе полимеризации, что было доказано экспериментами по экстракции металла различными реактивами [6]. Это явление достаточно хорошо известно при проведении полимеризации в эмульсиях, когда образующиеся латексные частицы, представляющие собой ассоциацию индивидуальных мицелл, служат эффективными ловушками для радикалов, которые к тому же способны увеличивать скорость полимеризации [1].

Таким образом, проведенные исследования обосновывают выделения «нового» механизма сорбции, названного авторами «окклюзионным».

Библиография

1. Беркович А.К., Сергеев В.Г., Медведев В.А., Малахо А.П. Синтез полимеров на основе акрилонитрила. Технология получения ПАН и углеводородных волокон. М., МГУ. 2010. 63 С.
2. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. М., «Научный мир». 2005, 504 С.
3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов: учебное пособие. М., из-во «Астрей-2000». Издание 3-е, переработанное и дополненное. 1999. 786 С.
4. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. Пермь, изд-во Перм.гос.ун-та. 2011. 248 С.
5. Родькина И.А., Самарин Е.Н., Вигасина М.Ф. К вопросу возможности использования карбамидных смол для создания искусственных грунтов с высокой сорбционной емкостью //Вестник МГУ. Серия Геология. 2009. № 6. С.59-62.
6. Родькина И.А., Самарин Е.Н. Создание сорбционных геохимических барьеров по отношению к свинцу на основе аминопласт-грунтовых композитов //Вестник МГУ. Серия Геология. 2015. № 2. С. 98-103.
7. Родькина И.А., Самарин Е.Н., Ларионова Н.А. Влияние состава аутигенных пленок на сорбцию свинца в песках //Геоэкология. 2009. № 3. С. 248-257.

*Влияние особенностей визуальной среды на развитие Арктического региона
Рукавицын В.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), rukavitsynvv@mgri.ru),
Экзарьян В.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), vnekzar@rambler.ru)*

Аннотация

В статье авторами рассмотрен вопрос влияния визуальной среды на состояние людей и важности учета этого фактора при строительстве объектов различного назначения в Арктическом регионе. Описаны возможные последствия игнорирования данного фактора и даны рекомендации по минимизации негативного воздействия.

Ключевые слова

Арктика, видеоэкология, визуальная среда, строительство

Теория

Сегодня развитие Арктического региона приобретает всё большее значение для экономического роста Российской Федерации, что будет приводить к увеличению темпов строительства. Однако природные особенности региона вносят свои коррективы в ранее применяемые строительные нормы, требуют особого подхода и учета множества региональных особенностей. Одной из таких особенностей является специфическая визуальная среда, которая влияет на состояние человека, в особенности на его органы зрения и действует как любой другой экологический фактор, составляющий среду обитания человека. Под визуальной окружающей средой понимается все то, что мы воспринимаем через орган зрения, иными словами, все то, на что мы смотрим глазами. Природной особенностью визуальной среды Арктического региона является ее однородность или гомогенность. Гомогенная визуальная среда - это видимая среда в окружающем пространстве, в которой либо отсутствуют зрительные детали вообще, либо количество их резко снижено [1]. Этот фактор необходимо учитывать на этапах проектирования и строительства объектов в Арктическом регионе для сохранения здоровья и повышения работоспособности живущих там людей.

Принцип влияния визуальной среды на состояние человека заключается в быстрых неконтролируемых движениях глаз (саккадах). Амплитуда и ориентация таких движений напрямую зависит от визуальной среды [2].

В свою очередь в Арктическом регионе преобладают арктические пустыни. Это огромные ровные поверхности пространства, покрытые снегом, плавно переходящие в часто пасмурное небо с белыми облаками (Рисунок 1). В итоге создается впечатление нахождения в полностью белой однородной среде, окружающей человека со всех сторон. Наличие полярной ночи ещё больше усугубляет ситуацию, создавая полностью гомогенную визуальную среду.



Рисунок 1. Визуальная среда арктического региона

В итоге длительное нахождение в такой среде будет приводить к следующим эффектам:

1) Сбой в работе автоматии саккад, так как после очередной саккады глаз не находит детали для осуществления фиксации. Это ведет к резкому увеличению амплитуды саккадических движений глаз, но и такой режим не приводит к желаемому результату. Длительная работа в этом режиме вначале ведет к ощущению дискомфорта, а потом - к нарушению автоматии саккад [3].

2) Сбой в работе системы включения и выключения рецепторов (on- и off-системы), которые в обычной ситуации срабатывают только на перепад освещенности. В гомогенной среде такого перепада физически не может быть, так как до саккады и после нее взор остается в рамках однородного видимого поля. В итоге после очередной саккады в мозг поступает недостаточно информации, то есть после совершения действия - саккады - нет подтверждения этому действию. В результате зрительная система оказывается как бы в заблуждении, что неизбежно ведет к неприятным ощущениям. С другой стороны, недостаточность сенсорного сигнала уменьшает силу обратной связи между сенсорным и двигательным аппаратами, которые в норме работают как единое целое [3].

3) Сбой работы бинокулярного аппарата глаз, так как импульсом к слиянию двух изображений правого и левого глаза является несовпадение их контуров, а оно-то как раз и отсутствует в гомогенном поле [3].

4) Не могут полноценно работать и другие механизмы зрения, в частности аппарат аккомодации, регуляция размера зрачка [3].

5) Не срабатывают должным образом нервные клетки мозга [4]

Эту природную особенность Арктического региона и его влияние на состояние человека необходимо учитывать при строительстве там объектов различного

назначения. Сгладить этот негативный эффект гомогенной визуальной среды можно при помощи применения следующих мероприятий:

- 1) Внедрение дополнительных элементов декора в архитектуру здания;
- 2) Введение ярких цветовых решений и художественных объектов в архитектуру;
- 3) Дополнительное оснащение прилегающей территории объектами искусства;
- 4) Оснащение внутренних помещений зданий дополнительными декоративными элементами.

Все дополнительные архитектурные и декоративные элементы должны выполнять функцию насыщения визуальной среды объектами, приводящими в норму микродвижения глаз.

В результате введения таких дополнительных элементов заметно улучшится психическое и физическое состояние людей, живущих и работающих в арктическом регионе, повысится эффективность работы. Эти эффекты являются особенно важными из-за масштабного военного присутствия РФ на территории региона. То есть учет визуальной среды при строительстве будет сказываться и на общей обороноспособности армии вследствие лучшего психологического состояния военнослужащих.

Выводы

На текущий момент параметры визуальной среды не оцениваются как потенциально негативные природно-техногенные факторы, и анализ этих параметров не учитывается при проектировании и строительстве зданий. При этом такой анализ необходим для качественного и эффективного развития, как Арктического региона, так и других территорий. Однако именно в Арктическом регионе, где визуальная среда имеет особенно сильное негативное воздействие, ее оценка и улучшение становятся особенно актуальными и важными.

Библиография

1. Есипова А. А., Гаврина Е. В. Видеоэкология // Проблемы и перспективы современной науки: строительство и архитектура, педагогика и психология, экономика и бухгалтер, информационные технологии, мировоззрение, естествознание, юриспруденция. – 2014. – С. 20-24.
2. Филин В.А.. Автоматия саккад. Москва: Изд-во Московского ун-та, 2002. - 246 с
3. Филин В.А.. Видеоэкология: что для глаза хорошо, а что – плохо. Изд. 3-е. Москва: Видеоэкология, 2006 (Рязань : ГУП РО "Рязоблтипография"). - 505с
4. Хьюбел Дэвид. Глаз, мозг, зрение. Москва: Мир, 1990. – 150 с.
5. Цухт А.Э., Купенков Е.Н. Видеоэкология в современном мире // Символ науки. 2018. №5.

Основы оптимизации систем экологического мониторинга городов (на примере г. о. Подольск)

Савельев П.М. (МГРИ, pivrav_sav@mail.ru),

Аннотация

Осуществление экологического мониторинга в современном мире приобретает усложненный характер. Оказываемое антропогенное воздействие на природную среду распространено практически повсеместно, явные крупные очаги этого воздействия приурочены к городским образованиям. В этой связи основными задачами экологического мониторинга становятся информационное обеспечение экологической безопасности и снижение общего уровня техногенного воздействия на компоненты природной среды и городское население. В настоящее время решение этих задач возможно только путем создания и ведения перманентного, последовательного и достоверного экологического мониторинга. Это возможно осуществить с помощью применения современных технологий.

Ключевые слова

экологический мониторинг, современные технологии, города

Теория

Развитие экологического мониторинга позволяет принимать какие-либо управляющие решения с учетом экологического аспекта. Необходимость осуществления государственного экологического мониторинга закреплено статьей 63 Федерального закона №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002. В мировой практике нормативно-правовое место экологического мониторинга закреплено и регламентировано более четко. Система экологического мониторинга России начала развиваться с 1990-х, затем претерпела некоторые изменения. Сейчас вся система представляет собой совокупность разрозненных ведомственных систем мониторинга. Муниципальный экологический мониторинг фактически прекратил свое развитие после реформ [3].

Более 60% городов с крупными промышленными районами находятся в сложных природно-климатических условиях. Около 40% городов России, в которых осуществляются исследования, имеют индекс загрязнения атмосферы выше среднего. В связи с этим организация муниципального экологического мониторинга является основополагающим фактором в обеспечении экологической безопасности на городской территории [3].

Для предметного разбора вопроса для примера был взят городской округ Подольск. Существующая сеть экологического мониторинга Подольска состоит из 3 постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха и 3 створов отборов проб поверхностных вод из р. Пахра. В рамках предварительного анализа действующей системы были выявлены следующие проблемные точки только на основе предоставленных данных в ежегодных отчетах мониторинга: недостаточность покрытия территории округа, малая репрезентативность получаемых результатов мониторинга, низкий уровень технического оснащения системы [1, 4].

Основными методами оптимизации систем экологического мониторинга могут стать доступные, оперативные, достоверные методы. Одним из таких можно считать простое решение, как анкетирование.

Для проведения оценки экологического мониторинга Подольска и выявления возможных путей развития системы мониторинга было проведено анкетирование, а затем корреляция данных анкетирования и функционального районирования территории округа [2]. В анкетировании приняли участие 150 человек, в пропорциях к населению по территориальным единицам округа с корректировкой на специфику территориального образования. 42% опрошенных отметили неудовлетворенность состоянием атмосферного воздуха, 38% – состоянием водных объектов, 32,7% – уровнем шумового воздействия. Дополнительно респондентам было предложено оценить комфортность проживания баллами от 1 до 10, однако полученные оценки нерепрезентативны с точки зрения экологической оценки территории ввиду того, что большая часть опрошенных использовала при выставлении балла только социально-экономические критерии. Средний балл комфортности проживания по округу составил 7,1 балл. После анализа функционального районирования округа были выявлены территории приоритетного развития системы экологического мониторинга, к которым отнеслось порядка 70% территории округа. Обобщенные результаты анализа представлены на рисунке 1.

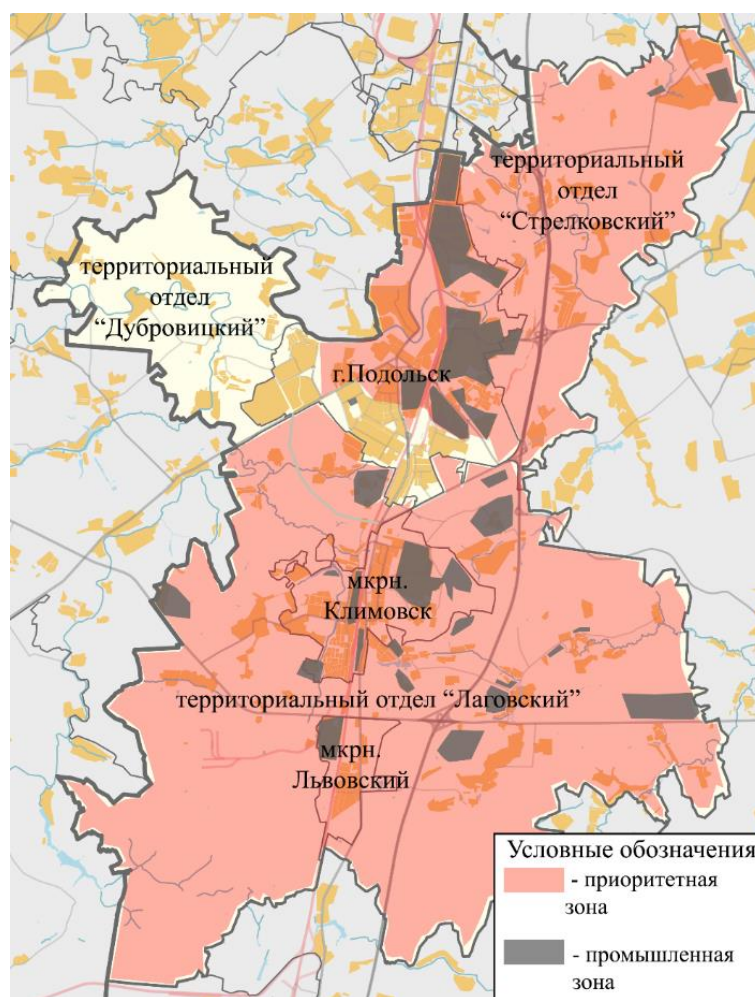


Рисунок 1. Обобщенные результаты анализа системы экологического мониторинга Подольска

Внедрение информационно-коммуникационных технологий, т.е. интернета вещей, для достижения цели экологического мониторинга открывает возможность для развития инфраструктуры городов, где местная власть и горожане получают доступ к информации об окружающей природной среде практически в режиме реального времени. Технология включает интеграцию в общую сеть всех объектов, т.е. за объекты принимаются датчики, станции, измерительные приборы, оснащенные передатчиками информации, которые передают полученные данные на сервер. Сервер проводит идентификацию принятой информации, дешифрует ее и передает пользователям. Дешифрирование и передача возможна в любой удобный и понятный интерфейс. При этом требуется только однократная разработка программы обработки и вывода данных, которая осуществляет заданные алгоритмы автоматически и требует только корректировок по ходу работы.

Стоит отметить, что применение современных технологий безусловно пока невозможно при решении всех задач мониторинга. Однозначно интернет вещей может использоваться уже сейчас при мониторинге состояния атмосферного воздуха, состояния гидросферы и при проведении радиационного мониторинга. Также интернет вещей может применяться и в смежных отраслях мониторинга, как погодные наблюдения, наблюдения за физическими факторами (землетрясения, давление и др.). Интернет вещей и методы программного обучения компьютеров, обрабатывающих данные экологического мониторинга позволят составить его интеллектуальную основу.

Информация, полученная в ходе проведения мониторинга, является незаменимой при управлении в том числе и городской средой с учетом экологического аспекта. Уже имеющиеся методы обработки информации позволяют вести работу с широким спектром данных, однако организация этих методов чаще всего представляет трудоемкие и затратные процессы. Отличительной особенностью экологического мониторинга городских территорий является необходимость сбора, хранения и обработки информации с широкой территориальной сети. На основе уже описанной схемы построения можно предположить, что интернет вещей является выгодной и эффективной альтернативой применяемым технологиям.

Выводы

Исследование доказало важность организации муниципального экологического мониторинга во избежание несвоевременного информирования органов власти и населения о состоянии окружающей среды, а также принятия управленческих решений без учета экологического аспекта. В современных реалиях одним из ключевых направлений деятельности на территории города должно быть обеспечение экологической безопасности, что возможно только на основе развитой системы экологического мониторинга

Благодарности

Выражаю благодарность заведующему кафедрой экологии и природопользования, доктору геолого-минералогических наук, профессору Экзарьяну Владимиру Нишановичу за всестороннюю поддержку в ходе проведения исследования

Библиография

1. Архив выпусков экологического бюллетеня г.о. Подольск [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://подольск-администрация.рф/ekologicheskij-byulleten/> (18.01.2021)
2. Генеральный план городского округа Подольск [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://подольск-администрация.рф/generalnyj-plan-podolska/> (18.01.2021)
3. Ежегодники о загрязнении окружающей среды (по компонентам) [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/> (18.01.2021)
4. Официальный сайт ФГБУ «Центральное УГМС» Подольск [Электронный ресурс] – Открытый доступ: <http://ecomos.ru> (18.01.2021)

Оценка допустимого уровня углеводородного загрязнения для песчаного грунта по данным экотоксикологических исследований на высших растениях
Сергеева А.А.* (МГУ имени М.В. Ломоносова, stasya2006aa@yandex.ru),
Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru)

Аннотация

Биотестирование на сегодняшний день является достаточно эффективным методом оценки потенциальной опасности биологического, физического и химического воздействия на экосистемы. Данный метод основан на особой чувствительности живых организмов, в частности высших растений, к внешнему воздействию. Фитотестирование относительно недавно стало использоваться для оценки экологического качества природных сред (вод, почв).

В работе представлены результаты фитотестирования с применением культуры – горчицы белой (*Sinapis alba*). Полученные данные позволяют на примере мелкозернистого кварцевого песка оценить уровень биологически значимого загрязнения. Для загрязнения использовалась смесь различных концентраций дизельного топлива и раствора хлорида натрия.

Ключевые слова

Фитотестирование, тест-культура, песок, загрязнители, дизельное топливо.

Теория

Бурное развитие промышленности в прошлом столетии повлекло за собой ряд серьезных экологических проблем. Увеличение количества различных загрязнителей приводит к тому, что количественные показатели (ПДК, ПДУ) не способны дать точную оценку экологического состояния исследуемых объектов. Кроме этого, некоторые нетоксичные вещества при комбинированном взаимодействии могут оказывать токсическое воздействие (Лисовицкая, Терехова 2010). Сейчас существует ряд методических приемов, которые могут достоверно определить нарушение той или иной физиологической функции живых организмов при влиянии на них загрязнителя. На практике чаще всего применяются методы биотестирования, которые отражают такие параметры, как показатели роста, выживаемости и плодовитости живых организмов. Один из таких методов, используемый нами в исследовании – фитотестирование – метод биотестирования, который основывается на изучении влияния различных загрязняющих факторов на природные среды путем проращивания семян определенных растений. Рассматриваемый метод имеет ряд преимуществ: доступность и простота экспериментов, достоверность и воспроизводимость полученных результатов, экономичность, как материальная, так и трудозатратная, объективность полученных данных (Маячкина, 2009).

Для анализа почв в агроценозах применяются семена высших растений. Тест-параметрами для них служат показатели прорастания: всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания, а также показатели интенсивности начального роста семян (длина корней, длина зеленых проростков, масса корней, масса зеленых проростков) (Тимофеева, 2011). Согласно самым распространенным методологическим указаниям, лучше всего результаты дают семена с небольшим

запасом питательных веществ, такие как семена кресс-салата, редиса, пшеницы, белой горчицы. Такие культуры более подвержены воздействию токсичных веществ (Терехова, 2011).

В нашем эксперименте использовалась горчица белая (*Sinapis alba*), так как показала наилучшие результаты по тесту на всхожесть, а также имеет удобное строение для дальнейших измерений.

Горчица белая (*Sinapis alba*) – это вид травянистых растений рода Горчица, семейства Крестоцветные. Корневая система данной культуры стержневая, уходит в почву на глубину до 1,5 м. Стебель прямой, полый, высотой от 50-80 см до 1,5 м, покрыт жесткими волосками. Нижние листья лировидно-перистые, на черешках до 5 см, верхние – на коротких черешках.

Методика исследований

Нами была проведена серия экспериментов по оценке фитотоксичности различных концентраций дизельного топлива (10, 30, 50, 70 г/кг) в присутствии низких концентраций хлоридно-натриевой соли (1 и 5 г/кг) (рис. 1). Данные загрязнители были выбраны в связи с их наибольшей распространенностью в условиях как территорий нефтепромыслов, так и городской среды. Как правило, в грунтовых системах встречается комбинированное действие нескольких веществ, которые в различной степени в зависимости от концентрации влияют на токсичность загрязнения. Исследования проводились на кварцевом песке в специальных планшетах по методике, предложенной бельгийским профессором Персоне, которая легла в основу ГОСТ Р ИСО 18763-2019. В проводимом эксперименте использовался воздушно-сухой кварцевый песок, отобранный в Подмоскowie в карьере Люберецкого горно-обогатительного комбината. Данный песок сформировался в прибрежных зонах древних морей, в связи с чем встречается в основном в отложениях нижнего мела и верхней юры. Глубина отбора составляла 2 – 2,5 м. Методика эксперимента в виде схемы представлена на рис.1.

Данная методика предполагает проведение оценки токсичности среды по отношению к выбранным тест-культурам высших растений на основе 96 часового проращивания семян в специальных планшетах.

Для оценки допустимого уровня загрязнения нами было подготовлено 15 моделей грунта с разным составом загрязнителя. Кроме того, оценка фитотоксичности проводилась с использованием контрольного образца для дальнейшего сравнения поведения растения в загрязненном грунте. В качестве тест-культуры было использовано однодольное растение – горчица белая (*Sinapis alba*). Эксперименты проводились с трехразовой повторяемостью в лабораторных условиях. Первые две повторности были осуществлены с использованием фильтровальной бумаги, а третья без, для того, чтобы оценить роль и значимость непосредственного контакта тест-культуры с загрязненным грунтом (рис.2).

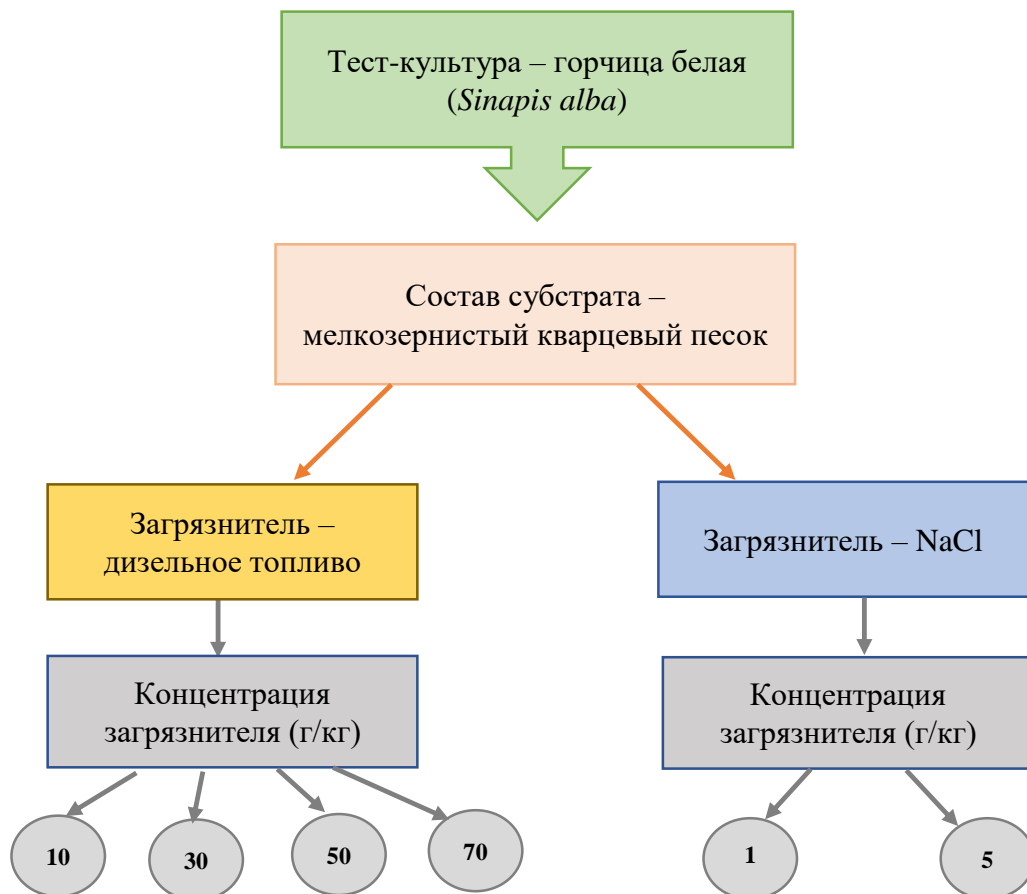


Рисунок 1. Схема эксперимента по оценке допустимого уровня углеводородного загрязнения для мелкозернистого кварцевого песка



Рисунок 2. Оценка фитотоксичности вносимого загрязнения с применением горчицы белой (*Sinapis alba*) в пластиковых планшетах

Результаты исследований

Исходя из полученных значений всхожести семян горчицы белой (*Sinapis alba*) в загрязненном грунте, можно сделать вывод, что хлоридно-натриевое загрязнение в больших концентрациях, в нашем случае 5 г/кг, значительно влияет на данный тест-параметр. Таким образом всхожесть образца, загрязненного хлоридом натрия (5 г/кг), 50%, а всхожесть контрольного образца 100%. Также при добавлении дизельного топлива к соли NaCl снижается процент всхожести и длины ростка и корня. Например, при концентрациях дизельного топлива 50 г/кг и NaCl 5г/кг всхожесть семян 10%, а длина корня и ростка 0,3 см и 0 см, соответственно, в то время как значения тех же параметров при концентрации дизельного топлива 30 г/кг без добавления NaCl составляют 100%, 6,4 см и 2,8 см, соответственно. При концентрации дизельного топлива 70 г/кг также отмечается хорошая всхожесть от 70 до 100%.

Таким образом, допустимые концентрации по дизельному топливу составили 70 г/кг, а по хлоридно-натриевой соли 1 г/кг.

Выводы

В настоящее время исследователей больше привлекают методы био- и фитотестирования, так как они способны оперативно дать точную экотоксикологическую характеристику, а также удобны в использовании как в лабораторных, так и в полевых условиях.

По результатам исследований можно сделать общий вывод, что дизельное топливо с добавлением хлоридно-натриевой соли при незначительных концентрациях оказывают заметно большее токсическое воздействие на горчицу белую, чем каждый загрязнитель, внесенный в отдельности.

Библиография

1. ГОСТ Р ИСО 18763-2019 Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. – М.: Стандартинформ, 2019.
2. Лисовицкая О.В., Терехова В.А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Доклады по экологическому почвоведению, 2010. – том 13. - №1. - С. 1-18.
3. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2009, №1, С. 84-93.
4. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение, 2011. №2, С. 190-198.
5. Тимофеева С.С. Современные методы экологической диагностики загрязнения почв. Иркутск: ВЕСТНИК ИрГТУ, 2011, С. 56-62.

Экология Белгородской области.

Сивашченко А.В. (СОФ МГРИ, sivashchenko03@mail.ru) Денисова Е.В. (СОФ МГРИ, denisovaelena552@gmail.com)*

Аннотация

Черноземье является основным природным ресурсом Белгородской области. Потому одним из основных источников загрязнения почвы и воды являются минеральные удобрения, пестициды и другие вещества, используемые в борьбе с вредителями и для повышения урожайности.

Одним из сильнейших загрязнителей воздуха в Белгородской области является город Старый Оскол. Предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности Старого Оскола создают экологические проблемы в Белгородской области из-за значительного увеличения выбросов вредных веществ. Белгородская область обеспечивается водой из подземных источников. В результате проверок было установлено, что вся питьевая вода в регионе безопасна.

Ключевые слова

Экология: загрязнение воды, почвы, воздуха.

Теория

Белгородская область входит в число успешно развивающихся промышленных и сельскохозяйственных регионов России. Область обладает природными ресурсами и развитой инфраструктурой, что делает ее привлекательной для инвестиционных проектов, а также для продвижения инновационных технологий. Белгородская область расположена в юго-западной части России и входит в состав Центрального федерального округа Российской Федерации.

Черноземье является основным природным ресурсом области. Потому одним из основных источников загрязнения почвы и воды являются минеральные удобрения, пестициды и другие вещества, используемые в борьбе с вредителями и для повышения урожайности. Эти вещества полностью не поглощаются растениями, они проникают в более глубокие слои почвы или грунтовые воды и смываются во время дождей или талых вод в озера, реки и болота. В результате происходят изменения в биосистемах не только земель, отведенных под культурно-технические сорта растений, но и отдельных районов. В первую очередь происходит видовое изменение растительного мира, а затем происходят изменения в животном мире. Озера превращаются в болота, реки мелеют и зарастают водорослями, луга превращаются в степи, а затем в пустоши. Опасность заражения представляют места хранения токсичных веществ, минеральных удобрений и ядовитых химикатов. Особенно, если такое хранение не соответствует санитарным нормам и утилизация не осуществляется или осуществляется, но не в соответствии с правилами. В настоящее время промышленное производство области является ведущей экономической деятельностью. Крупнейшими промышленными предприятиями региона являются: «Стойленский» и «Лебединский» горно-обогачительные комбинаты, Старооскольский завод пластмасс «Осколпласт» и «Белгородский» цемент. Одним из сильнейших загрязнителей воздуха в Белгородской области является город Старый Оскол. Предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности Старого

Оскола создают экологические проблемы в Белгородской области из-за значительного увеличения выбросов вредных веществ [3].

Но вклад этих предприятий в загрязнение воздуха не так велик, как от автомобильного транспорта, число которого увеличивается с каждым годом. Кроме того, промышленные предприятия проводят мероприятия по очистке выбрасываемых вредных газов и сточных вод. Автомобили производят более 57% всех выхлопных газов в этом районе. Особенно эта проблема касается крупных городов, Белгорода и Старого Оскола [1].

Белгородская область обеспечивается водой из подземных источников. В результате проверок было установлено, что вся питьевая вода в регионе безопасна. Патогенной микрофлоры нет, случаев инфекционных заболеваний из-за питьевой воды не было уже много лет, но около 14% населения Белгородской области пьют воду из колодцев и других нецентрализованных источников. Анализ этой воды показал, что она значительно уступает водопроводной - исследования образцов показали несоответствие требованиям санитарных микробиологических и химических показателей.

Кроме того, экологические проблемы Белгородской области тесно связаны со свалками и утилизацией бытовых и промышленных отходов. Проблема сбора и утилизации отходов является одной из главных для экологии Белгородской области. В этом районе существует острая нехватка предприятий по утилизации биологических отходов. Белгородский мусороперерабатывающий завод ООО ТК "Эко Транс" принимает на утилизацию более 1000000 кубометров отходов ежегодно. Однако проблемы полной утилизации и переработки отходов полностью не решаются [2].

Радиационная ситуация в Белгородской области остается безопасной. Среднегодовая мощность воздействия дозы гамма-излучения составляет 11 микрорентгенов в час, максимальная в регионе - 17 микрорентгенов в час. Что является нормальным показателем.

Концентрация радионуклидов в почве также не представляет угрозы для выращивания безвредных культур. Концентрация цезия и стронция в пищевых продуктах, произведенных на пострадавших территориях после Чернобыльской аварии в 1986 году, не превышает нормы СанПин-а. Почти 90% радиоактивного излучения поступает из природных источников, и только 10% из медицинских объектов, последствия Чернобыльской аварии составляют всего 0,1% [4].

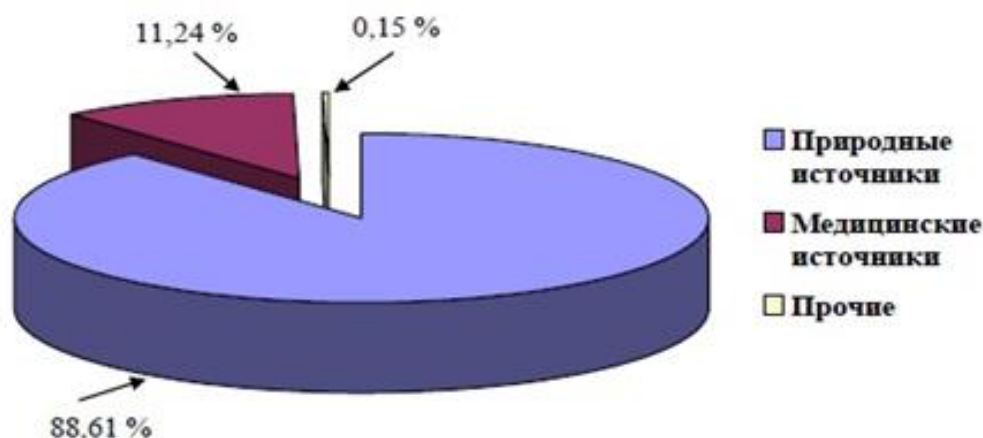


Рисунок 1. Структура коллективных доз облучения населения Белгородской области

Выводы

Благодаря комплексной и целенаправленной работе специализированных структур, экологическая ситуация в области остается стабильной. Однако открытым остается вопрос по уничтожению свалок и переработке отходов, а также уменьшению выбросов вредных газов.

Библиография

1. Экологическая ситуация в Белгородской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://ecology-of.ru/ekologiya-regionov/ekologicheskaya-situatsiya-v-belgorodskoj-oblasti/> (дата обращения 19.02.2021).
2. Экологические проблемы Белгородской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.ecoindustry.ru/news/view/30320.html> (дата обращения 20.02.2021).
3. А. В. Дегтярь, О. И. Григорьева, Р. Ю. Татаринцев. Экология Белогорья в цифрах. – 2016, №4.6. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://prohschool.beloblast.ru/DswMedia/ekologiya-belogorya.pdf> (дата обращения 18.02.2021).
4. Радиационная безопасность. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://31fbuz.ru/index.php/118-radiotsionnaya-bezopasnost?start=4> (дата обращения 20.02.2021).

Оценка воздействия промышленных объектов на родниковые воды северо-западного административного округа города Москвы
Сидорова А.О.* (МГРИ РГГРУ, sidor.nastasya1999@yandex.ru)

Аннотация

В статье приведен перечень предприятий выбранного района города Москвы, потенциально оказывающих влияние на подземные воды родников, находящихся вблизи них. Также рассмотрены основные понятия о подземных водах. Особое внимание уделено лабораторным исследованиям вод из родников и апробации результатов. В данной статье рассмотрены мероприятия по охране подземных вод. Исключительное внимание к данным проблемам связано с последствиями антропогенного воздействия на гидросферу крупных городов: в частности, химическим загрязнением поверхностных и подземных природных вод [4].

Ключевые слова

Родники, подземные воды, предприятия, окружающая среда, человек

Теория

Подземные воды — воды, находящиеся в толще горных пород верхней части земной коры в жидком, твердом и газообразном состоянии. По условиям залегания подземные воды подразделяются на несколько видов: почвенные; грунтовые; межпластовые; артезианские; минеральные.

Родник — естественный выход подземных вод на земную поверхность на суше или под водой (подводный источник)[1].

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – это определение характера, степени и масштаба воздействия объекта хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и последствий этого воздействия. ОВОС включает ряд покомпонентных оценок (воздействие на атмосферу, воду, почву, биоту, человека), сводимых к итоговой [2].

Северо-Западный административный округ (СЗАО) - один из двенадцати административных округов города Москвы. Включает 8 районов. Он образовался на территории бывших Тушинского и Ворошиловского районов. Северо-Западный округ можно охарактеризовать как непромышленную территорию. Для района более характерны многочисленные научно-исследовательские институты и связанные с ними наукоемкие производства.

Основные предприятия СЗАО по списку (рис.1):

1. МОСАЛМАЗ. Организация расположена по адресу Северное Тушино, Героев Панфиловцев улица, 10. Деятельность компании : алмазная резка, алмазное бурение, демонтажные работы, усиление проемов.

2. Горячие крендели Север. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Свободы, 35, стр. 16. Услуги и виды деятельности: пищевая промышленность,

кондитерские фабрики, предприятия пищевой промышленности, хлебопекарни, продовольственные товары.

3. СИГНУР. Организация расположена по адресу Строгино, ул. Твардовского, д.8 Услуги и виды деятельности: промышленные предприятия. В 2016 году фирма "СИГНУР", основанная сотрудниками старейшей российской лаборатории, разрабатывавшей ультразвуковые расходомеры и уровнемеры специального и общепромышленного назначения.

4. БИТРА. Организация расположена по адресу Строгино, Кулакова улица, 20 Услуги и виды деятельности: предприятия пищевой промышленности. С момента своего создания компания «БИТРА» занимается разработкой и производством нутрицевтиков (биологически активных добавок (БАД) к пище), продуктов диетического, профилактического и специализированного назначения самого широкого спектра применения.

5. HONDA. Организация расположена по адресу Строгино, МКАД, 66-й км .Услуги и виды деятельности: транспортное машиностроение.

6. МКСМ-СЕРВИСМ. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Цветочный проезд, 17. Услуги и виды деятельности: машиностроительные предприятия. Больше не работает.

7. КОПРОКОН. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Василия Петушкова улица, 17. Услуги и виды деятельности: металлургия и металлообработка. Основным направлением деятельности компании является проектирование конструкций, оборудования и систем различного назначения. Так, например, компания участвовала в проектах Правительства города Москвы по восстановлению Храма Христа Спасителя и строительству торгово-рекреационного комплекса на Манежной площади.

8. ТЕХНОСВАР-ТМЗ (Тушинский машиностроительный завод). Организация расположена по адресу Южное Тушино, Свободы улица, 35, строение 2. Услуги и виды деятельности: металлургия и металлообработка. Основное направление деятельности компании: сборка-сварка авиа конструкций, металлоконструкций по требованиям заказчиков, с использованием передовых технологий и новейшего оборудования из различных материалов.

9. МАНФОЛ И КО. Организация расположена по адресу Соколово-Мещерская улица, 25. Услуги и виды деятельности: упаковочная промышленность. Основные направления нашей деятельности: производство стандартной упаковки для сетевых магазинов розничной торговли, курьерских компаний, сетевых ресторанов фаст-фуд, рекламных агентств и типографий, а также изготовление упаковочных изделий под заказ.

10. ДОРМАШ. Организация расположена по адресу Южное Тушино. Походный проезд, 6. Услуги и виды деятельности: машиностроительные предприятия. ЗАО «ВНИИСтройдормаш» специализируется на разработках и производстве машин и оборудования для жилищно-коммунального хозяйства. Главным направлением деятельности компании является разработка и производство оборудования для утилизации снега, собираемого с городских территорий. К числу разработок нашей компании относятся мобильные снег плавильные машины, модельного ряда СТМ-11, СТМ-12, СТМ-14.

11. СТРОЙ+ДИЗАЙН. Организация расположена по адресу Строгино, Лыковская 2-я улица, 63-Б Услуги и виды деятельности: производство тротуарной плитки.

12. УНИВЕРСАЛ-АЭРО. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Строительный проезд, 7. Услуги и виды деятельности: транспортное машиностроение. ЗАО «Универсал-Аэро» имеет собственную производственную базу и специализируется на разработке, производстве, испытании и ремонте авиационной техники.

13. ХОРС. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Фабрициуса улица, 6, оф. № 123 Услуги и виды деятельности: химическая промышленность, производство бытовой химии.

14. ПРОИЗВОДСТВО МЕБЕЛИ. Организация расположена по адресу Южное Тушино, Фабрициуса улица, 56. Услуги и виды деятельности: мебельная промышленность [5].

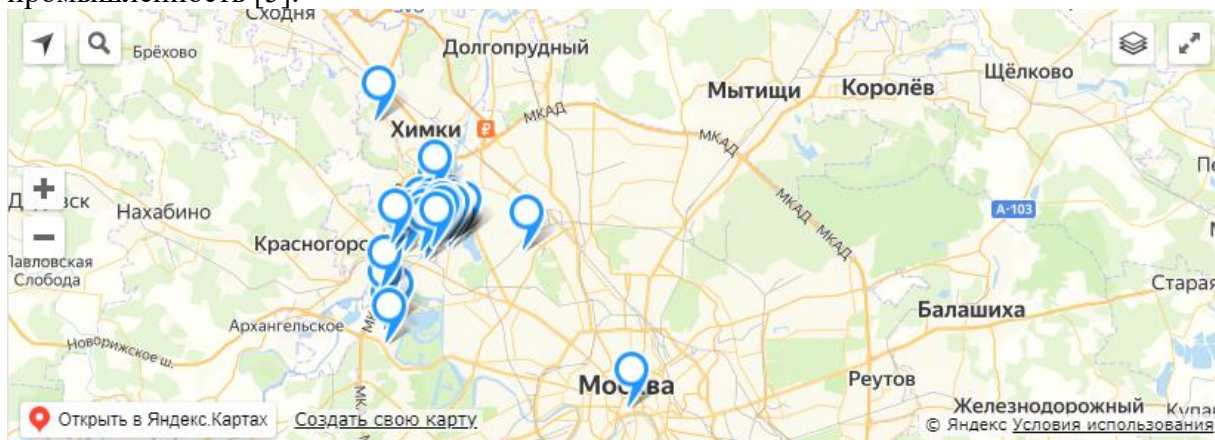


Рисунок 1. Промышленность СЗАО [24]

В СЗАО имеется большое количество предприятий пищевой промышленности; транспортного машиностроения; предприятия металлообработки; химическая промышленность; металлургическая промышленность.

В результате проведенных лабораторных исследований организацией ГПБУ Мосэкомониторинг из выбранных 8 родников, находящихся вблизи предприятий СЗАО (рис.2), №34; №243; №115; №151; №72; №81; №245; №67 (рис.2) наблюдаются превышения ПДК по некоторым элементам. В роднике №151 наблюдаются превышение кальций-иона, минерализации, бария; в роднике №72 превышение по бария, минерализации и цвету; в роднике №81 и №245 превышение по цвету. Можно сделать вывод о том, что вода в остальных родниках, где нет превышений по исследуемым элементам, пригодна для хозяйственного использования.

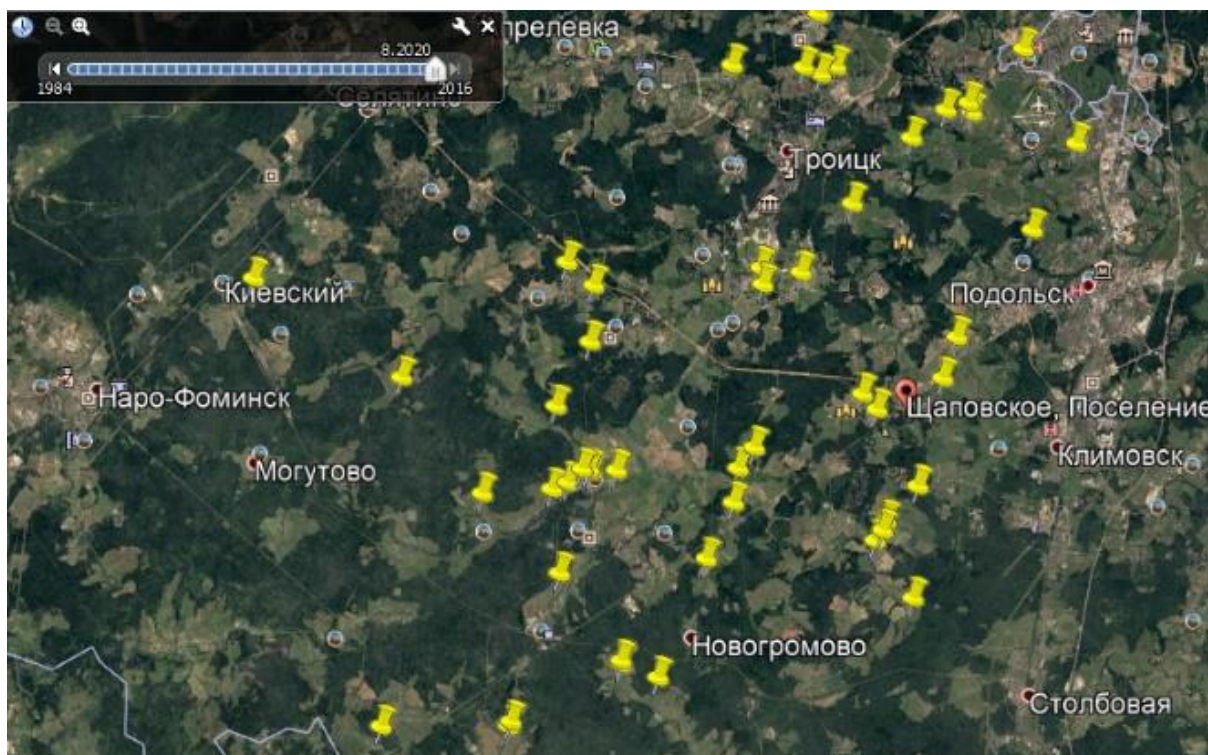


Рисунок 2. Карта родников СЗАО

Основные источники кальция в воде: горные породы, через которые проходит поток воды; выбросы от промышленных предприятий; удобрения отраслей сельского хозяйства, попадающие в воду напрямую или через слой почвы. При избыточном содержании кальция в воде рекомендуются устанавливать ионообменные фильтры. Это поможет избежать проблем со здоровьем и продлит срок службы домашней техники и бытовых систем.

На общую минерализацию воды влияют коммунальные и ливневые стоки. Осадки растворяют и переносят в водоемы удобрения с полей, противогололедные реагенты, захоронения с полигонов ТБО. Данные анализов по общей минерализации не позволяют в полной мере оценить влияние питьевой воды на организм человека. Именно поэтому нормативы ВОЗ по этому показателю носят рекомендательный характер.

Высокий показатель цветности говорит о наличии загрязнения в воде, следовательно, употреблять ее в пищу не желательно. Кроме того, данная примесь ухудшает вкусовые свойства воды, отрицательно влияет на живые организмы и растительность [3].

Для предотвращения и снижения возможного негативного воздействия на подземные водные объекты должны быть запланированы следующие мероприятия, направленные на охрану и рациональное использование природных ресурсов, требующие контроля их экологической эффективности:

- предотвращение утечек сточных вод с поверхности земли;
- отвод загрязненных вод на очистные сооружения;
- исключение случайных потерь и сброса горюче-смазочных материалов;

- организация пылеподавления при строительстве;
- разработка программы учета объема сброса сточных вод, их качества;
- систематический контроль за состоянием подземных вод [4].

Выводы

В заключении можно сказать, что исследуемые предприятия оказывают слабое влияния на подземные воды в районе СЗАО. Охрана водных ресурсов заключается в запрете сбросов в водоемы и водотоки неочищенных вод, создании водоохраных зон, содействии процессам самоочищения в водных объектах, сохранении и улучшении условий формирования поверхностного и подземного стока на водосборах.

Библиография

1. Подземные воды Подземные воды // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978
2. Стурман В.И. Геоэкология и природопользование: курс лекций. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет», 2001. 280 с.
3. Фомин Г.С. Вода. "Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам." Энциклопедический справочник. М., 1995
4. Оценка воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] URL 21-18_ОВОС-сжатый.pdf (myskiadmin.ru) – Дата обращения 16.02.2021
5. Северо- Западный округ Москвы [Электронный ресурс] URL :<https://nesiditsa.ru/city/moskva-szao> – Дата обращения 16.02.2021

Мониторинг экологических последствий ликвидации шахт Восточного Донбасса
Синякина Ю.Р. (МГРИ, juliasinyakina97@yandex.ru)

Аннотация

Статья посвящена анализу мониторинга экологических последствий ликвидации шахт. Рассмотрены основные виды контроля в процессе мониторинга, а также даны рекомендации по предупреждению чрезвычайных ситуаций и снижению вредного экологического влияния ликвидации шахт на окружающую природную среду.

Ключевые слова

Экологический мониторинг, геомеханический мониторинг, гидрогеологический контроль, породные отвалы, окружающая среда, ликвидация шахт, техногенные процессы.

Теория

На сегодняшний день одним из ключевых вопросов согласно реализации программы развития угольной промышленности в Российской Федерации является ведение экологического мониторинга на ликвидируемых шахтах и разрезах, включая мероприятия по оперативной ликвидации провалов земной поверхности, тушение горящего породного отвала, мероприятия по обеспечению защиты от подтопления и дегазации территорий, рекультивация нарушенных земель [4]. Актуальность данного вопроса обусловлена негативными экологическими последствиями предшествующими производственной деятельности шахт и разрезов, которые сохраняются и в некоторых случаях обостряются после их ликвидации [1, 2].

Среди наиболее существенных негативных факторов, возникающих при ликвидации угольных шахт, выделяют следующие:

- опасные и вредные газы, выделяющиеся из выработанного пространства в объекты жизнедеятельности;
- провалы и сдвигание земной поверхности;
- высокоминерализованные, кислые шахтные воды, поступающие в приповерхностные водоносные горизонты и изливающиеся на поверхность;
- газы, выделяющиеся при горении породных отвалов;
- неорганическая пыль, сдуваемая с породных отвалов.

В соответствии с указанными факторами экологический мониторинг последствий ликвидации угольных шахт Восточного Донбасса осуществлялся на основе гидрогеологического и геомеханического контроля, а также мониторинга теплового состояния породных отвалов и газовой среды [3].

Гидрогеологический мониторинг предусматривал контроль за гидрорежимом подземного техногенного пространства ликвидируемых шахт, качеством подземных и

поверхностных вод на территориях городов, прилегающих к Шахтинскому, Новошахтинскому, Шолоховскому, Гуковскому и Донецкому угольному району.

Геомеханический мониторинг включал в себя контроль за деформацией застроенной территории в городе Донецке, а также за процессами в 443-х провалоопасных зонах, в местах выхода на поверхность ликвидированных вскрывающих горных выработок шахт, в том числе, расположенных на селитебных территориях шахтерских городов и поселков.

В ходе мониторинга породных отвалов осуществлялся контроль теплового состояния 128 не горящих, а также 4-х горящих породных отвалов, расположенных в пределах территории горных отвалов ликвидированных шахт.

Мониторинг газовоздушной среды предполагал фиксацию выделений опасного рудничного газа из подработанных участков недр в заглубленные помещения жилых домов, промышленных зданий, нежилых помещений и на устьях выработок и скважин, выходящих на земную поверхность.

По результатам гидрогеологического контроля было выявлено, что максимальный уровень затопления шахт поднялся выше прогнозной ранее отметки минус -64,0 м на 90,2 м. В связи с этим, было рекомендовано принять меры по обеспечению экологической безопасности населения, а также разработать мероприятия по минимизации негативных последствий выхода шахтной воды на поверхность для предотвращения возникновения чрезвычайной ситуации.

Цикл маркшейдерско-геодезических наблюдений на геодинамической станции, осуществляемый в ходе геомеханического мониторинга, показал, что деформации поверхности ($0,4 \cdot 10^{-3}$) станции, не нарушают целостности жилых зданий и сооружений. Таким образом, эксплуатация жилых домов и объектов инфраструктуры города в настоящее время является безопасной, а подтвержденная угроза для жизни населения, проживающего на контролируемой территории, отсутствует.

В ходе визуального обследования территории горных отвалов ликвидируемых шахт Донецкого угольного района с целью контроля теплового состояния 14-ти породных отвалов установлено, что новых возгораний породных отвалов не обнаружено.

В результате мониторинга газовоздушной среды было установлено, что всего за год наблюдалось 180 случаев выделения рудничных газов в объекты жизнедеятельности в опасных для жизни концентрациях ($CO_2 > 1,5\%$). В связи с этим ситуация по газовой выделению характеризуется как потенциально опасная.

Выводы

1. Для минимизации негативных последствий выхода шахтной воды на поверхность было рекомендовано повысить производительность водоотливного комплекса шахтных вод, возвести площадную горизонтальную дренажную систему, запустить в эксплуатацию дополнительные очистные сооружения.

2. На основании данных геомеханического мониторинга, можно сделать вывод, что зафиксированные деформации земной поверхности не превышают допустимых для наблюдаемых объектов величин и являются безопасными, однако необходимо

продолжить маркшейдерский контроль исследуемой территории до полной стабилизации геомеханических процессов в недрах.

3. По результатам мониторинга породных отвалов установлено, что признаки возгорания (запах, повышенные температуры тела отвала, задымленность) отсутствуют. При этом необходимо продолжить визуальный и инструментальный контроль теплового состояния породных отвалов.

4. В связи со сложной газовой обстановкой, необходимо продолжать экспресс-анализ газовой смеси в заглубленных объектах жилых домов, погребях, подвалах, коммуникациях и устьях горных выработок с установленной периодичностью.

Библиография

1. Каплунов Ю. В. и др. Некоторые аспекты о порядке контроля за выделением газов на земную поверхность при ликвидации (консервации) шахт Восточного Донбасса // Уголь. – 2006. – №. 5. – С. 47-50.
2. Лангольф Э. Л., Каплунов Ю. В. Горно-экологический мониторинг при ликвидации угольных шахт и разрезов в Кузнецком угольном бассейне // Уголь. – 2004. – №. 3. – С. 70-75.
3. Молев М. Д., Масленников С. А. Оценка воздействия процессов ликвидации угольных шахт на экологическую ситуацию в Российском Донбассе // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – №. 7.
4. Об утверждении Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 года [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/565123539> Дата обращения: 20.02.2021 г.

«Система захоронения отходов производства и потребления на территории Российской Федерации»

Смирнов Игорь Николаевич* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), don5igor@yandex.ru) **Слащева Анна Викторовна**, (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" (МГРИ), anna_slascheva@mail.ru)

Аннотация

Целью данной работы является оценка действия системы по захоронению отходов производства и потребления на территории Российской Федерации. В данной работе было рассмотрено: системы образования и захоронения отходов производства и потребления на территории Российской Федерации, экологические последствия от захоронения отходов, системы захоронения отходов в других странах

Ключевые слова

Отходы производства и потребления, захоронение отходов, полигон для захоронения отходов, ТКО.

Образование отходов производства и потребления на территории РФ. В 2019 г. на территории Российской Федерации образовалось 7750,9 млн. т. отходов, что на 6,7% выше уровня 2018 г. Общая динамика образования отходов показывает тенденцию устойчивого увеличения их объема каждый год. За период с 2010 г. по 2019 г. совокупная масса отходов, образованных в Российской Федерации, удвоилась с 3725 млн. т. до 7750,9 млн. т (Рисунок 1).

Наибольшую долю по видам экономической деятельности составила утилизация побочных продуктов при добыче полезных ископаемых, превысившая 93 %.

За период 2010-2019 гг. наблюдалось увеличение количества отходов производства и потребления по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» — с 3334,6 млн. т до 7257,0 млн. т, или на 217,6%, по виду экономической деятельности «сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» — с 24,1 млн. т до 47,7 млн. т, или на 98,6%, по «обрабатывающим производствам» — с 280,1 млн. т до 296,4 млн. т, или на 5,8%. По виду экономической деятельности «обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» отмечено сокращение образования отходов с 68,0 млн. т до 20,2 млн. т, или на 70,4%.

Лидирующим по производству отходов экономической деятельности федеральным округом стал Сибирский федеральный округ (СФО), где в 2019 г. было образовано около 69% от общероссийского объема образования отходов. Высокие значения показателей СФО связаны в первую очередь с развитой отраслью добычи полезных ископаемых в данном регионе (СФО является основным угледобывающим регионом Российской Федерации).

Наибольшие объемы отходов I и II классов опасности в 2019 г. отмечены в Орловской, Свердловской, Иркутской областях и в Красноярском крае, наименьшие – в Республиках Адыгея, Калмыкия, Ингушетия, Алтай и г. Севастополь.



Рисунок 1. Образование отходов в РФ с 2010 по 2019 гг.

Захоронение отходов на территории РФ. Общая масса отходов, захороненных в 2019 г., составила 1178,9 млн. т. За период 2010-2019 гг. произошло двукратное увеличение этого показателя с 593 млн. т до 1178,9 млн. т, при снижении до 354,6 млн. т в период 2013-2015 гг (Рисунок 2).

Главным источником продуктов деятельности для захоронения стали предприятия добывающей отрасли. Показатель захоронения отходов для данной отрасли составил 1149,4 млн. т, или 97,5 % от общего объема захоронения отходов. Причина этого связана с относительно низкой опасностью отходов данного вида экономической деятельности.



Рисунок 2. Захоронение отходов в РФ с 2010 по 2019 гг.

Экологические последствия захоронения отходов производства и потребления.

Полигон для захоронения отходов, это территория, которая оснащена всеми современными инженерными сооружениями, позволяющим системам борьбы с загрязнением грунта и подземных вод изолировать все вредные вещества. Также это распространяется и на атмосферу, не допуская, никаких химических и токсичных элементов в атмосферу, что является главной целью, для обеспечения безопасности экологии страны.

Проблемы, связанные с захоронением отходов это, во-первых, то, сто сами полигоны занимают под собой значительный объем территории и находящиеся там отходы практически никак не используются, а просто хранятся. Также присутствует негативное воздействие на окружающую среду связанное с выделением в атмосферу опасных загрязняющих веществ, таких как углерода, оксид, метан, азота диоксид, азота оксид.

Система захоронения отходов производства и потребления в других странах.

Швеция. В Швеции лишь 0,8% от общего объема отходов свозится на полигоны. Причем захоронение органических бытовых отходов запрещено с 2005 г. Перерабатывается для последующего использования 50,6% бытового мусора (в том числе 15,5% — «биологическая переработка»). Оставшиеся 48,6% отходов — приходятся на энергетическое использование отходов. Таким образом, захоронение отходов на полигонах и складирования свалках практически сводится к минимуму. В Швеции на высокий уровень вышла организация системы сортировки отходов, благодаря которой, Швеция способна переработать большую часть своих отходов в энергию. Во всей стране работает более 30 заводов по переработке твердых коммунальных отходов в энергию. На сегодняшний день Швеция считается мировым лидером в области переработки отходов.

США. В США захоронение на полигонах отходов, не поддающихся вторичной переработке, несгораемых с выделением токсичных веществ, продолжает оставаться необходимостью. Современные полигоны для захоронения, отвечающие всем требованиям, не являются простыми свалочными полигонами: они представляют собой высокотехнологичные инженерные сооружения, оборудованные системами противодействия с загрязнениями воды и воздуха, использующие образующийся в процессе гниения мусора газ для производства тепла и электроэнергии. Сейчас большое количество полигонов в Соединенных штатах занимаются утилизацией метана. Его начали использовать для подачи электроэнергии. Таким образом, предполагается, что в дальнейшем спустя несколько лет полигоны будут способны выдавать до 30 миллиардов киловатт ежегодно.

Китай. В настоящее время в КНР общий годовой объем опасных отходов составляет около 11 млн. тонн, из которых на долю промышленного производства приходится более 10 млн. тонн, медицинских отходов - 650 тыс. тонн, радиоактивных — 115.300 тонн. К 2025 году. Планируется дополнительно построить 1400 современных полигонов для захоронения ТКО. Ежегодно в потоке городских бытовых отходов более 25 млн. тонн приходится на долю угольной золы. Она проникают повсюду и, смешиваясь с органическими компонентами, сводит на нет эффективность компоста, в состав которого попадают тяжелые металлы; снижает КПД мусоросжигательных предприятий и, обладая абразивными свойствами, укорачивает срок службы мусоровозов и агрегатов

мусороперерабатывающих комплексов. Исходя из намеченных планов, перед Китаем в ближайшие годы стоит проблема 8-кратного увеличения бюджета на нужды обращения с твердыми бытовыми отходами.

Япония. В первую очередь необходимо отметить, что проблема утилизации отходов для Японии является достаточно актуальной. Население Японии немногим меньше населения России, почти 130 миллионов человек, которые проживают на площади всего 378 000 кв. км. Поэтому организация новых полигонов ТКО в Японии практически невозможна. В густонаселенной Японии практически не остается места для захоронения отходов. В большинстве густонаселенных районов страны возможности для захоронения уже исчерпаны, и отходы вывозятся в соседние префектуры. Но и в провинции подходящих мест для организации полигонов становится все меньше. Поэтому японцы стараются больше сжигать и меньше закапывать: захоронению подлежит менее 5% бытового мусора.

Выводы

1) Захоронение отходов производства и потребления является одним из наиболее распространенных способов утилизации отходов действующих на территории Российской Федерации. В наибольшем объеме утилизируются отходы, образованные в процессе добычи полезных ископаемых. Также захоронению подлежит более 60% от твердых коммунальных отходов.

2) За последние 8 лет тенденция утилизировать отходы способом захоронения значительно выросла с 593 млн. т в 2010 году до 1029 млн. т.е. в 2018 году, т.е. объемы захоронения увеличились практически в 2 раза по сравнению с 2010 годом.

3) Негативное воздействие от захоронения отходов производства и потребления на окружающую среду в первую очередь связана с выделением в атмосферу опасных загрязняющих веществ, таких как углерода, оксид, метан, азота диоксид, азота оксид.

4) Во многих развитых странах, уже активно решают проблему, связанную с захоронением отходов путем поиска альтернативных вариантов их утилизации. Например в Швеции на захоронение уходит менее 1% от общей массы отходов, остальные отходы либо сжигаются, либо идут на вторичную переработку. В США активно используются технологии по добыче мусорного газа с полигонов, тем самым получая новый энергетический ресурс.

Таким образом, можно прийти к заключению, в Российской Федерации необходимо внедрять новые современные способы утилизации отходов производства и потребления, так захоронение как один из наиболее активно используемых методов по утилизации отходов несет в себе значительный ряд проблем.

Библиография

1. Анализ системы обращения с твердыми бытовыми отходами города Токио [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://resources.today/PDF/03ECOR220.pdf>
Дата обращения 12.06.2020
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/proekt_gosudarstvennogo_doklad

- a_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okrzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federat2019/ Дата обращения 10.11.2021
3. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых коммунальных отходов жилого фонда в городах России [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/doklad_po_tbo.pdf Дата обращения 12.11.2020
 4. Опыт обращения с твердыми бытовыми отходами в Китае [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eco-pro.ru/stati/145-opyt-obrashcheniya-s-tverdymi-bytovymi-otkhodami-v-kitae> Дата обращения 12.06.2020
 5. Организация переработки отходов в Швеции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rysslandshandel.se/i/OTH/obr%20s%20oth.pdf> Дата обращения 12.06.2020
 6. Системы управления бытовыми отходами разных стран: Рецепты для России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://stolypin.institute/wp-content/uploads/2019/10/sistemy-utilizatsii-othodov-raznyh-stran-25-09-2019.pdf> Дата обращения 12.06.2020

Правовое, экологическое и экономическое сотрудничество России, США, Канады, Дании и Норвегии в арктических просторах при освоении шельфовых месторождений

Соболев А.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), wormc@mail.com)*

Аннотация

В работе рассмотрено сравнение правового, экологического и экономического сотрудничества России, США, Канады, Дании и Норвегии в арктических просторах при освоении шельфовых месторождений

Ключевые слова

Исследование, сотрудничество, программы, стратегии, декларации, проекты

Теория

К основным странам, являющиеся партнерами и имеющие индивидуальные программы по развитию и исследованию Арктики являются: Канада, США, Россия, Норвегия, Дания.

Основными программами по развитию и сотрудничеству являются индивидуальные программы стран, собранные в стратегии по освоению и развитию арктических регионов своей территории.

В стратегиях закреплены существующие положения стран по экологическому надзору и управлению региона, экономическому развитию секторов для получения долгосрочной выгоды, социальному развитию инфраструктуры и поддержки населения этнических меньшинств Арктики, проживающие на территории страны.

Основным принципом развития региона является устойчивое развитие Арктики, а также международное сотрудничество по урегулированию вопросов по добыче полезных ископаемых, а также урегулирование претензий и накаленности по границам стран на арктических шельфах.

Объектом исследования были выбраны доклады, индивидуальные программы и стратегии стран по развитию Арктики и международные декларации по регулированию деятельности в арктических просторах.

В процессе исследования были решены следующие задачи:

- Анализ географии региона и шельфовых особенностей территории
- Изучение стратегий стран по развитию Арктики, международных программ и деклараций по вопросам арктического региона
- Составление вывода на основе полученной информации

Характеристика некоторых стратегий и приоритеты стран приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнение программ стран и их приоритеты по управлению Арктикой

Страна	Стратегии и программы	Интересы стран исходя из программ
Россия	«Об основах государственной политики в Арктике и национальной безопасности до 2035 года»	<ul style="list-style-type: none"> • сохранение роли ведущей арктической державы, недопущение пространственных потерь в регионе, надлежащее международно-правовое оформление внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане; • сохранение мира и стабильности, обеспечение национальной безопасности; • развитие международного сотрудничества; • эффективное освоение ресурсов Арктики, являющейся ведущей стратегической ресурсной базой страны; • развитие науки, технологий, экономики и социальной сферы региона; • сохранение экосистемы региона и охрана окружающей среды; • обеспечение интересов коренных народов Севера; • создание единого информационного пространства и современной инфраструктуры в регионе; • обеспечение стабильного и безопасного судоходства по важнейшей национальной транспортной магистрали - Северному морскому пути.
США	«План имплементации и национальной Стратегии для Арктического региона» «Implementation Plan for The National Strategy for the Arctic Region»:	<ul style="list-style-type: none"> • Продвижение интересов США в сфере безопасности • Развитие арктической инфраструктуры и стратегических возможностей • Подготовка к усилению активности в морской сфере • Поддерживать развивающиеся авиационные требования • Развивать коммуникационную инфраструктуру в Арктике • Повысить осведомленность по Арктическому домену • Сохранение свободы мореплавания в Арктических морях • Поддержание права проводить морские операции в замерзающих водах • Содействие международному праву и свободе мореплавания • Обеспечение будущего энергетической безопасности Соединенных Штатов • Продолжение развития возобновляемых источников энергии • Обеспечение безопасного и ответственного развития невозобновляемых энергоресурсов • Добиться ответственного руководства Арктическим регионом • Охрана окружающей среды Арктики и сохранение природных ресурсов Арктики • Сохранение арктических экосистем • Улучшение предотвращения, локализации и реагирования на разливы опасных материалов • Использование интегрированного управления Арктикой, чтобы сбалансировать экономическое развитие, охрану окружающей среды, и культурные ценности • Улучшение понимания Арктики с помощью научных исследований и традиционных знаний • Разработка структуры наблюдений и моделирования для поддержки прогнозирования и планирования морского льда • Определение внешнего предела расширенного континентального шельфа США • Принятие решения по морской границе в море Бофорта • Сотрудничество с другими заинтересованными сторонами • Ускоренная разработка и принятие Полярного кодекса Международной морской организации (ИМО) • Содействие управлению арктическими водными Путиями • Непрерывная оценка и адаптация
Канада	«Северная стратегия»	<ul style="list-style-type: none"> • Канадский суверенитет над арктическими территориями • Социально-экономическое развитие арктических территорий

		<ul style="list-style-type: none"> • Защита экологического наследия Севера, • Расширение полномочий коренного населения по управлению территориями, • Расширение международных связей.
Дания	«Арктическая стратегия 2011-2020»	<ul style="list-style-type: none"> • обмена информацией и координации усилий во всех областях, связанных с развитием в Арктике; • международное сотрудничество по вопросам арктического управления; • обеспечение безопасности в арктических просторах и демилитаризация региона.
Норвегия	«Арктическая стратегия Норвегии»	<ul style="list-style-type: none"> • международное сотрудничество, • развитие бизнеса в регионе, • лидерство в области научных исследований по Арктике, • развитие инфраструктуры на Крайнем Севере, и • защита окружающей среды, безопасность морского судоходства в северных водах, и готовность реагирования на чрезвычайные ситуации.

Разрабатываемые территории арктических шельфов и спорные территории представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Территориальное разделение арктического шельфа между странами и спорные территории.

Выводы

Проведенное исследование позволило выявить основные направления международного экономического сотрудничества в Арктике. Драйвером развития этого сотрудничества является разработка арктических углеводородных месторождений и

минеральных ресурсов, добыча возобновляемых ресурсов, развитие транспортного потенциала Северного Ледовитого океана. Эти направления стимулируют кооперацию в мировом судостроении и осуществлении международных проектов по развитию арктической инфраструктуры.

Выявлена перспективность развития арктического туризма. Основными препятствиями к более динамичному развитию арктического макрорегиона являются высокая капиталоемкость проектов, длительный срок окупаемости большинства из них, технологическая сложность и растущая политическая напряженность в региональном диалоге.

Тем не менее, по большинству вышеназванных направлений отмечено наращивание темпов кооперации международного бизнеса, последующая потребность в учреждении новых платформ для осуществления диалога северных предпринимателей. Одной из таких организаций стал Арктический экономический совет, учрежденный в 2014 г. Арктический экономический совет представляет площадку для консолидации арктического бизнес-сообщества в целях обеспечения устойчивого развития Крайнего Севера и учета в хозяйственной деятельности интересов коренных народов.

Библиография

1. Convention Between Great Britain and Russia // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://explorenorth.com/library/history/bl-ruseng1825.htm> (дата обращения: 06.06.2020).
2. Доктрина Монро. История США в документах // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grinchevskiy.ru/19/doktrina-monro.php> (дата обращения: 06.06.2020).
3. The Economic Impacts of Alaska's Mining Industry // Официальный сайт штата Аляска [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.alaska.edu/files/bor/120412Ref04_AK_Mining_Industry_Economic_Impacts.pdf (дата обращения: 06.06.2020).
4. Штат Аляска. Энциклопедия США // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infoamerica.ru/shtat-alyaska.html> (дата обращения: 06.06.2020).
5. Декларация Конференции по вопросам Северного Ледовитого океана, Илулиссат, Гренландия, 27–29 мая 2008 года. // Публичный ресурс Министерства иностранных дел Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mid.ru/sovets-gosudarstv_barenceva/evroarkticeskogo-regiona-sber/-/asset_publisher/0vP3hQoCPRg5/content/id/336068 (дата обращения: 06.06.2020).
6. Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву // Официальный сайт Организации Объединённых Наций [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_r.pdf (дата обращения: 06.06.2020).
7. Федосеев А. Доктринальные взгляды США и Канады на освоение Арктики // Зарубежное военное обозрение №6, 2013, с. 3-9 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pentagonus.ru/publ/doktrinalnye_vzglyady_ssha_i_kanady_na_osvoenie_arktiki_2013/112-1-0-2424 (дата обращения: 06.06.2020).

8. National Security Decision Memorandum 144 // The Federation of American Scientists (FAS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fas.org/irp/offdocs/nsdm-nixon/nsdm-144.pdf> (дата обращения: 06.06.2020).
9. Arctic Research and Policy Act of 1984 (amended 1990) // National Science Foundation [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.nsf.gov/geo/opp/arctic/iarpc/arc_res_pol_act.jsp (дата обращения: 06.06.2020).
10. Presidential decision directive NSC-26/HSPD-25 // The Federation of American Scientists (FAS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fas.org/irp/offdocs/pdd/pdd-26.pdf> (дата обращения: 06.06.2020).
11. National security presidential directive / NSPD -- 66 // The Federation of American Scientists (FAS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fas.org/irp/offdocs/nspd/nspd-66.pdf>
12. Декларация Конференции по вопросам Северного Ледовитого океана, Илуиссат, Гренландия, 27–29 мая 2008 года. Публичный ресурс Министерства иностранных дел Российской Федерации // [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mid.ru/sovet-gosudarstvbarenceva/evroarkticeskogo-regiona-sber/asset_publisher/0vP3hQoCPRg5/content/id/336068 (дата обращения: 06.06.2020).
13. Кобышев В., Сергунин А. Стратегия Канады в освоении Арктики // РСМД [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://russiancouncil.ru/analyticsand-comments/analytics/strategiya-kanady-v-osvoenii-arktiki/>
14. Canada's Northern Strategy Our North, Our Heritage, Our Future. Библиотека Арктического портала [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://library.arcticportal.org/1885/1/canada.pdf> (дата обращения: 06.06.2020).

Проблемы и перспективы развития общественного транспорта
Степанов А.В.* (МГРИ, anton.stepanov97@mail.ru)

Аннотация

Транспорт общего пользования занимает доминирующее положение на рынке транспортных услуг по перевозке пассажиров. Качество транспортных услуг в этой сфере в значительной степени зависит от перевозчика, а именно от технического состояния транспортного средства, его соответствия санитарным и экологическим требованиям, профессиональной подготовки водителя и культуры обслуживания. От эффективности функционирования пассажирской транспортной отрасли, ее безопасности, оперативности реагирования на потребности людей зависит деятельность большого числа значимых объектов экономики страны.

Ключевые слова

Общественный транспорт, газ, электробусы, перспективы

Теория

Говорить о транспорте - это все равно, что говорить о движении, от которого зависит эволюция человечества. На протяжении нескольких тысяч лет человек в своем развитии прошел этап от момента изобретения колеса до освоения вселенной, и если сравнить древние потребности человечества в транспорте, то они ничтожно малы, по сравнению с современными. Ни одно государство в мире в своем историческом развитии не обходилось и не обойдется без развитой транспортной инфраструктуры. В жизнь современного города важной составной частью вошел пассажирский транспорт, основной задачей которого является обеспечение потребности населения в перевозках при систематическом улучшении качества обслуживания пассажиров. Транспортная подвижность жителей и средняя дальность их поездок растет по мере роста численности и городской территории. В соответствии с этим дальнейшее развитие, совершенствование и улучшение качества обслуживания пассажирских перевозок актуально для изучения и реализации. Одной из основных проблем городского общественного транспорта является сильная изношенность и недостаточные темпы обновления подвижного состава. Как следствие износа подвижного состава – снижается уровень технической надежности и безопасности пассажирского транспорта, возрастает поток сходов с линии по техническим неисправностям. Кроме того, в значительной степени растут затраты на эксплуатацию подвижного состава и себестоимость перевозок пассажиров. Увеличение транспортной подвижности населения, в условиях сокращения провозных возможностей приводит к росту наполняемости салонов. В часы «пик» она почти втрое превышает значения, рекомендованные Международным союзом общественного транспорта, и достигает физического предела. Не обеспечивается не только минимальный уровень комфортности поездок пассажиров, но и необходимые условия соблюдения безопасности при их перевозках [1].

Что касается пассажирских перевозок маршрутными такси, то, несмотря на положительные стороны данного вида пассажирского транспорта, такие как высокая скорость доставки, широкий охват транспортной сети города, относительный уровень комфорта, они обладают рядом негативных качеств. В процессе движения водители маршрутных такси совершают перестроений из полосы в полосу на 65% больше, чем

водители общественного пассажирского транспорта. Водители «маршруток» добиваются более высоких скоростей сообщения не за счет уменьшения количества остановок, а за счёт скоростных качеств автомобилей. Агрессивная манера вождения маршрутных такси, вызванная конкуренцией за пассажира на дороге и стремление совершить как можно большее число поездок приводит к возникновению частых аварийных ситуаций [2]. Отсутствие оборудованных для маршрутных такси остановок и наличия остановок вне плана часто приводит к повышению аварийной обстановки на дороге вследствие резкого торможения после разгона и нарушения рядности движения. Установка незаконных дополнительных мест и перевозка стоячих пассажиров является нарушением законодательства и приводит к снижению комфортабельности и безопасности поездки. Отсутствие кондуктора в салоне возлагает на водителя дополнительные обязанности, выполнение которых отвлекает его. Водители работают по 10-12 часов без какого-либо перерыва на обед, тем самым нарушая все существующие нормы труда. Это ведёт к утомляемости и как следствие повышается вероятность возникновения ДТП [2].

Вся вышеперечисленная проблематика, а также потребность в улучшении экологической обстановки жилой зоны города, необходимость разгрузить пассажиропотоки в местах с интенсивным движением транспорта настоятельно требует изменения концепции дальнейшего развития городского транспорта. Данный вопрос требует комплексного подхода, который включает в себя одновременное решение нескольких задач. Такими задачами могут быть совершенствование тарифной политики, создание информационно-аналитической системы управления общественным транспортом, мониторинг функционирования общественного транспорта, формирование единой маршрутной сети и ее оптимизация, создание системы диспетчерского управления общественным транспортом, снижение вредного воздействия общественного транспорта на окружающую среду [4].

Чтобы решить проблемы, создаваемые общественным транспортом, в последние годы особенно остро встал вопрос необходимости обновления и расширения основных производственных фондов пассажирских транспортных предприятий за счет приобретения нового подвижного состава. В качестве нового подвижного состава рассматриваются троллейбусы, троллейбусы с автономным ходом, автобусы на дизельном и газомоторном топливе и электробусы. Сравнительная характеристика подвижного состава показана на рисунке 1.

Характеристики	Троллейбус	Троллейбус с автономным ходом	Автобус на дизельном топливе	Электробус	Автобус на газомоторном топливе
Автономность	–	+	+	+	+
Экологичность	+	+	–	+	–
Высокая стоимость жизненного цикла	–	–	+	–	+
Требуется зарядка (если существуют контактная сеть)	–	–	–	+	–

Рисунок 1. Сравнительная характеристика подвижного состава [2]

На рисунке 2 представлена стоимость владения каждой единицы подвижного состава за 1 год. В стоимость владения входит: стоимость подвижного состава, оборудования, топлива, обслуживания. В расчете принят пробег в день 200 км. Сравнимая стоимость владения по всем вариантам подвижного состава, эффективней

использовать троллейбус с автономным ходом, так как у него стоимость владения меньше, чем у других. Это одна сторона вопроса. Другая – появится возможность уменьшить загрязнение окружающей среды на 100%, за счет снижения вредных выбросов, уменьшить уровень шума и вибрации в салоне, для увеличения комфорта пассажиров, а также уменьшить эксплуатационные расходы на топливо и затраты на техническое обслуживание. В отличие от традиционного троллейбуса, троллейбус с автономным ходом способен объезжать преграды, функционировать даже в условиях обрыва или обледенения сети. Он может курсировать на маршрутах, где нет инфраструктуры.

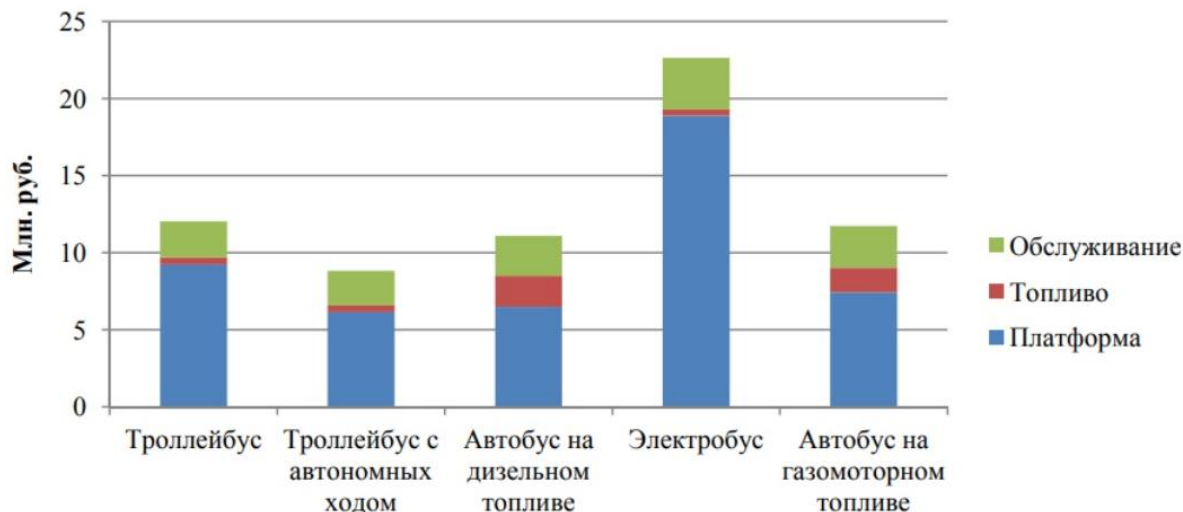


Рисунок 2. Стоимость владения за один год [2]

Выводы

Согласно приведённым данным можно сделать вывод, что для крупных и богатых городов для решения проблем общественного транспорта можно использовать электробусы, а для использования в регионах с малым капиталом выгодно использовать троллейбусы с автономным ходом из-за малых затрат на содержание.

Библиография

1. Алексеева, И.М. Статистика автомобильного транспорта: учебник / И.М. Алексеева, О.И. Ганченко, Е.В. Петрова. – М.: Экзамен, 2005. – 352 с.
2. Перспективы развития городского пассажирского транспорта [Электронный научный журнал] // "Автомобиль. Дорога. Инфраструктура" — Режим доступа: https://www.adimadi.ru/madi/article/view/168/pdf_102 Дата обращения: 22.02.2021 г.
3. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник / И.В. Спирин. – М.: Академия, 2011. – 398 с.
4. Шальнова, Н. С. Проблемы и перспективы развития пассажирского транспорта / Н. С. Шальнова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2011. — № 12 (35). — Т. 1. — С. 61-64.

«Анализ системы охраны окружающей среды и природопользования при освоении нефтяных месторождений»

Степанова М.В. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», stepanova-mariya2702@yandex.ru)*

Аннотация

На сегодняшний день нефтедобывающее производство занимает одно из первых мест среди отраслей промышленности по уровню отрицательного воздействия на окружающую природную среду. Оно загрязняет практически все сферы окружающей среды – атмосферу, педосферу, гидросферу, причём не только поверхностные, но и подземные воды. Человечество находится в периоде сверх интенсивного использования ресурсов окружающей среды – расход ресурсов, превышает их прирост, что неизбежно ведет к исчерпанию ресурсов. Современное экологическое состояние территории России можно определить как критическое. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды, и оно представляет реальную угрозу самим биологическим основам здоровья и жизнедеятельности населения страны. Именно поэтому, рациональное природопользование является компромиссом между необходимостью действий для обеспечения хозяйственной деятельности и соответствующим состоянием окружающей природной среды.

Ключевые слова

Системы охраны окружающей среды, нефтяные месторождения, рациональное природопользование, загрязнение природной среды.

Теория

Для полноценного анализа системы охраны окружающей среды на различных нефтяных месторождениях, были решены следующие задачи: изучение норм и правил охраны окружающей среды при нефтедобыче; рассмотрение причин и видов загрязнений природной среды на этапах освоения нефтяных месторождений; проведение анализа природоохранных мероприятий ведущих нефтедобывающих компаний.

Характерными особенностями нефтедобывающего производства являются: во-первых, повышенная опасность его продукции, то есть добываемого флюида – нефти, газа, высокоминерализованных и термальных вод; во-вторых, то, что оно способно вызывать глубокие преобразования природных объектов земной коры на больших глубинах до 10-12 тысяч метров; в-третьих, то, что практически все его объекты, применяемые материалы, оборудование, техника являются источником повышенной опасности; в-четвертых, изымаются из сельскохозяйственного, лесохозяйственного или иного пользования огромные по территории участки земли [3]. В таблице 1 представлены виды негативного воздействия на окружающую среду на нефтяных месторождениях.

Таблица 1

Негативное воздействие на окружающую среду на разных стадиях производственно-технологического процесса на нефтяных месторождениях

Производственно-технологические стадии	Природные объекты		
	Земная поверхность	Поверхностные и подземные воды	Атмосферный воздух
Поиски и разведка	Нарушение и загрязнение почвенного и растительного покрова; отчуждение земли под строительство буровых установок и размещение временных поселков; активизация экзогенных геологических процессов; снижение биопродуктивности экосистем.	Загрязнение поверхностных и подземных вод промывочной жидкостью, засоление поверхностных водоемов, при самоизливе рассолов вскрытых структурно-поисковыми и разведочными скважинами.	Аварийные выбросы нефти и газа в процессе бурения и освоения скважин; газопылевое загрязнение при строительстве дорог и промышленных площадок.
Добыча	Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота под нефтепромысловые объекты.	Нарушение изолированности водоносных горизонтов из-за перетоков.	Загрязнение углеводородом, сероводородом, оксидами серы и азота при эксплуатации скважин; выделение отработанных газов транспортными средствами и двигателями буровых установок.
Первичная переработка и транспортировка	Эксплуатация земель под складирование отходов; нарушение экологической обстановки при строительстве и эксплуатации магистральных нефтепроводов.	Утечка нефтепродуктов и химических реагентов из резервуаров и дозирующих установок; загрязнение поверхностных и подземных вод горюче-смазочными материалами, бытовыми и техническими отходами.	Распыление и розлив нефти и нефтепродуктов, потери при испарении легких фракций нефти во время хранения в резервуарах и производстве сливоналивных операций.

Основными загрязнителями окружающей среды при технологических процессах нефтедобычи являются: нефть и нефтепродукты, сернистые и сероводородсодержащие газы, минерализованные пластовые и сточные воды нефтепромыслов и бурения скважин, шламы бурения, нефте- и водоподготовки и химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов нефтедобычи, бурения и подготовки нефти, газа и воды [2]. Уровень загрязнения окружающей среды отходами производства оценивается кратностью превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) поступающих веществ в природные объекты. По ориентировочным оценкам, большая часть углеводородного загрязнения приходится на атмосферу – 75 %, 20 % фиксируется в поверхностных и подземных водах и 5 % накапливается в почвах.

По данным документа 4156-86 «Санитарные правила для нефтяной промышленности» для всех предприятий и объектов в существующих и осваиваемых районах добычи нефти должен быть разработан комплекс природоохранных

мероприятий. При составлении проектов разработки месторождений нефти должен быть включен раздел «Охрана окружающей среды».

Производственные объединения и предприятия, осуществляющие лабораторный контроль за состоянием объектов внешней среды, ежегодно согласовывают с гидрометеорологической и санитарно-эпидемиологической службами сеть размещения постов наблюдения.

В комплексе природоохранных мероприятий должно быть предусмотрено предупреждение загрязнения атмосферного воздуха, предприятия нефтедобычи обязаны предупреждать возможность нефтегазопроявлений при бурении и ремонте скважин; также следует предусматривать предупреждение загрязнения поверхностных и подземных вод. В проектах и условиях строительства, реконструкции и эксплуатации предприятий (объектов) все верных районах должны быть предусмотрены мероприятия по предотвращению изменения природных мерзлотных характеристик грунта. Производственные отходы подлежат уничтожению в специально отведенных местах способами, согласованными с органами государственного санитарного надзора. На территориях месторождений и прилегающих районов организовывается движение специального автомобильного технологического транспорта, перемещение технологического оборудования и установок по строго определенным маршрутам, которые должны быть предусмотрены проектом разработки и освоения месторождений [1].

Служба охраны окружающей среды на нефтедобывающих предприятиях создается с целью организации природоохранной деятельности предприятий и всех его подразделений. На нее возлагается ответственность за обеспечение осуществления мероприятий по охране окружающей среды, регламентированных соответствующими нормативными актами.

Охрана окружающей природной среды охватывает целый комплекс технических, технологических, организационных и экономических мероприятий, осуществляемых с одной целью – снижения воздействия производственных процессов на окружающую среду. Отсюда возникает необходимость разработки подхода к организации управления этой сферой деятельности предприятий [4].

В работе проведен анализ инновационных технологий системы охраны окружающей среды и снижения, устранения негативных последствий трех нефтяных компаний Российской Федерации: ПАО «Нефтяная компания «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК «Роснефть». О последней подробнее (рис. 1).



**СНИЖЕНИЕ
ВЫБРОСОВ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ (GHG)**

в целях противодействия
изменению климата



**МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

в том числе за счет внедрения
наилучших доступных технологий
производства, утилизации отходов,
эффективной очистки сточных вод,
системной реализации
экологических
инвестиционных проектов и
природоохранных
мероприятий



**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕР
ПО ЗАЩИТЕ ЭКОСИСТЕМ И
БИОРАЗНООБРАЗИЯ,
ВОССТАНОВЛЕНИЮ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ,**

включая рекультивацию
нарушенных земель

Рисунок 1. Экологические цели компании ПАО «НК «Роснефть»

Компанией на регулярной основе проводится масштабная работа по обеспечению экологической безопасности, сохранению и восстановлению природных ресурсов. Для достижения лучших показателей в этих областях ПАО «НК «Роснефть» постоянно совершенствует подходы к управлению природоохранной деятельностью, наращивает масштабы экологических мероприятий и необходимые инвестиции в ООС. На 2018-2022 годы запланировано более 300 млрд руб. «зеленых» инвестиций, из них в 2018 году объем «зеленых» инвестиций составил 45,6 млрд руб.

Выводы

В настоящее время «зеленая экономика» активно внедряется во многие производственные сферы, наибольшее значение она принимает в сферах, связанных с использованием природных ресурсов. Россия является одним из мировых лидеров по экспорту нефтепродуктов и природного газа, следовательно, получает значительную часть доходов от их использования, основные силы и финансирование идут на развитие нефтегазового комплекса. Такое развитие приводит к негативным последствиям для окружающей среды территории, где ведутся нефтедобывающие работы, а что хуже – к нарушению экосистем в целом.

В таких условиях для страны является необходимым создание новых технологий, которые значительно снизят вред от разработки нефтегазоносных месторождений, но при всем этом увеличат экономические выгоды при их использовании. Примером такого позитивного взаимодействия экономики и экологии служит активное внедрение системы экологического менеджмента. В каждой из выбранных нефтяных компаний внедрена система экологического менеджмента, что поднимает их в «Рейтинге экологической ответственности нефтегазовых компаний».

Библиография

1. 4156-86 «Санитарные правила для нефтяной промышленности» Минздрав СССР, 15.10.1986.
2. Закон РФ «О недрах» (в редакции Федерального закона от 3 марта 1995 года №27-ФЗ) (с изменениями на 8 декабря 2020 года).
3. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для вузов: - Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2011.
4. Учебно-методическое пособие «Экология нефтегазодобывающего комплекса». – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2018 г.

***Разработка технологии полезной утилизации многотоннажных отходов
минерально-сырьевого комплекса (на примере фосфогипса)
Сучков Д.В.* (Санкт-Петербургский горный университет, cjgreykot@gmail.com)***

Аннотация

Исследование посвящено решению актуальной проблемы полезной утилизации многотоннажных техногенных отходов минерально-сырьевого комплекса (на примере отхода производства минеральных удобрений – фосфогипса). Комплекс используемых методов исследования включает патентно-информационный анализ проблемы на основе разработок российских и зарубежных ученых, лабораторные методы изучения состава и свойств отхода, а также экспериментальные исследования процесса переработки фосфогипса. Сущность предлагаемой разработки заключается в использовании процесса промышленной карбонизации фосфогипса для снижения углеродного следа предприятия. При совместной утилизации фосфогипса и производственных дымовых газов, содержащих CO_2 , возможно получение товарной продукции, перспективной для применения в различных отраслях промышленности и хозяйства – например, фосфомела. Исследование также нацелено на установление физико-химических закономерностей, лежащих в основе процессов извлечения ценных компонентов из фосфогипса при использовании его в качестве полезного компонента.

Работа выполнена при поддержке Научно-образовательного центра коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием Санкт-Петербургского горного университета.

Ключевые слова

Дымовые газы, карбонизация, утилизация отходов, фосфогипс, фосфомел.

Теория

Для организации объектов размещения техногенных отходов приходится отчуждать все новые площади земель, причем эти территории нередко превышают размеры промышленных площадок самих предприятий. Размещенные отходы являются комплексным источником загрязнения окружающей среды. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов — одна из наиболее актуальных экологических проблем в России и в мире, а эксплуатация объектов размещения, сопряженная с выводом земель из хозяйственного оборота и сопутствующим загрязнением, является одной из важнейших экологических проблем Северо-Западного федерального округа, требующей срочного решения.

Примером может служить производство фосфорной кислоты и различных фосфорсодержащих удобрений. Экстракцию фосфора из сырья производят, как правило, минеральными кислотами, при этом образуется многотоннажный отход фосфогипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Мировой годовой выход фосфогипса в год составляет более 150 млн т. В России годовой выход достигает 14 млн т, а в отвалах накопилось более 300 млн т. По данным ООН, в мире перерабатывается до 4% фосфогипса. В России же средний уровень полезного использования этого промышленного отхода составляет не более 2,0 % [1].

На Северо-Западе РФ действуют несколько крупных промышленных предприятий, являющихся источниками образования фосфогипса: Волховский филиал АО «Апатит» (г. Волхов, Ленинградская обл.), АО «Апатит» (г. Череповец, Вологодская обл.), ООО «ПГ «Фосфорит» (г. Кингисепп, Ленинградская обл.). На территории СЗФО находятся 3 крупных гипсонакопителя с массой уже размещенного отхода до 150 млн т и ежегодным приростом более чем на 4 млн т. При строительстве накопителей предполагалась практически полная их изоляция от окружающей среды, однако, Северо-Запад РФ является избыточно влажной климатической зоной, в условиях которой полная изоляция отвалов невозможна. Вопрос утилизации таких многотоннажных техногенных отходов как фосфогипс в совокупности с необходимостью обязательного экологического мониторинга существующих объектов размещения является одной из важнейших экологических проблем СЗФО, требующих срочного решения.

Рисунок 1. Гипсонакопитель Волховского филиала АО «Апатит» (г. Волхов,



Ленинградская обл.)

Исследование нацелено на решение **актуальной проблемы** полезной утилизации многотоннажных техногенных отходов минерально-сырьевого комплекса. **Цель** исследования – разработка способа использования фосфогипса в качестве вторичного материального ресурса. **Объектом** является отход производства минеральных удобрений – фосфогипс, **предметом** – потенциал использования отхода для производства товарной продукции, а также физико-химические закономерности, лежащие в основе процессов извлечения ценных компонентов из отхода.

Научная новизна исследования заключается:

- в установлении физико-химических закономерностей, лежащих в основе процессов извлечения ценных компонентов из фосфогипса при использовании его в качестве полезного компонента;
- в использовании процесса промышленной карбонизации фосфогипса для снижения углеродного следа предприятия.

Практическая значимость работы заключается в разработке рациональных составов товарной продукции на основе фосфогипса, перспективной для применения в различных отраслях промышленности и хозяйства, а также в совместной утилизации фосфогипса и CO₂.

Известны исследования, посвященные использованию фосфогипса для получения фосфомела и сульфата аммония с помощью раствора карбоната аммония и дополнительной подачи газообразного CO_2 [5]. В зависимости от дополнительного сырья можно получить также концентрат редкоземельных металлов [2].

Большим достоинством данной технологии является то, что получаемый карбонат кальция (фосфомел), являясь продуктом гидрохимического синтеза, обладает повышенной химической активностью [4]. Напрямую он может эффективно использоваться вместо известняка в технологических процессах получения глинозема, химпродуктов и портландцемента.

Предложенный способ в условиях производственного цикла также может сопровождаться утилизацией отходящих газов, содержащих CO_2 [3]. Это, в частности, будет способствовать уменьшению углеродного следа технологических процессов.

Таким образом, разработка предложенной темы научного исследования может считаться перспективной и актуальной для минерально-сырьевого комплекса.

В рамках данного исследования предлагается оценка возможности производства CaCO_3 (фосфомела) из фосфогипса газожидкостным методом. Сущность способа – насыщение углекислотой суспензии фосфогипса в растворе $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. В качестве источника CO_2 предлагается использовать отходящие промышленные газы, образующиеся в процессе производства минеральных удобрений.

Стадии процесса и оборудование:

- 1) Приготовление аммиачной суспензии фосфогипса.
- 2) Карбонизация аммиачно-фосфогипсовой суспензии производственными газовыми выбросами, содержащими углекислоту.
- 3) Фильтрация карбонатной суспензии и выделение мелкодисперсного фосфомела, его промывка и сушка.
- 4) Упаривание фильтрата, содержащего $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ с последующей кристаллизацией, сушкой и получением товарного сульфата аммония.

Для разработки промышленных рекомендаций в первую очередь необходимо установить закономерности, лежащие в основе предлагаемого метода. В частности, в рамках исследования выполняются следующие **задачи**:

- изучение химического состава и свойств производственных газов;
- лабораторные исследования состава и свойств образцов фосфогипса;
- исследование кинетики образования и кристаллизации CaCO_3 посредством контроля параметров в ходе экспериментальных исследований;
- исследование полученного фосфомела.

Работа выполняется с использованием комплекса методов исследований, включающего системный анализ проблемы на основе исследований российских и

зарубежных ученых, патентно-информационный анализ, лабораторные методы изучения состава и свойств отходов.

Выводы

Ожидаемые результаты в рамках выполнения исследования, посвященного комплексной утилизации фосфогипса:

1. Разработка научно-методологических основ проведения оценки состава и свойств указанного сырья для выбора направления его полезного использования в качестве вторичного ресурса и вовлечения в хозяйственный оборот;

2. Результаты оценки состава и свойств техногенных отходов минерально-сырьевого комплекса (на примере фосфогипса) с последующим установлением класса опасности отхода, полученные с использованием уникального оборудования аккредитованной лаборатории Центра коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета;

3. Разработка рационального состава и новых технологических решений производства продуктов на основе низкосортного сырья техногенного происхождения с обоснованием экономических и экологических перспектив их полезного использования в условиях Северо-Западного региона.

В основе исследования лежит разработка технологии эффективной комплексной переработки техногенного сырья. Таким образом, разработка и внедрение данных технологических решений приведут к более рациональному использованию минерально-сырьевой базы страны и повышению эффективности ее воспроизводства, а также снижению уровня загрязнения окружающей среды.

Библиография

1. Гончаров В.М., Скориков С.В. (2014) Проблемы и пути утилизации фосфогипса с разработкой эффективных технологий и новых стройматериалов с соответствующими потребительскими характеристиками. Евразийский Союз Ученых, 7-1: 50-52.
2. Савойская Е.В. (2017) Перспективы развития и экономическая эффективность использования материально-сырьевых ресурсов. Вестник РАЕН, 17(2): 122-127.
3. Altiner M. (2018) Effect of Alkaline Types on the Production of Calcium Carbonate Particles from Gypsum Waste for Fixation of CO₂ by Mineral Carbonation. International Journal of Coal Preparation and Utilization: 113-131.
4. Ennaciri Y., Mouahid F.E., Bendriss A. et al. (2013) Conversion of phosphogypsum to potassium sulfate and calcium carbonate in aqueous solution. MATEC Web of Conferences, 5: 3.
5. Shang Q.L., Pei Q.L., Su F.W. (2016) Preparation of Nano-CaCO₃ from Phosphogypsum by Gas-Liquid-Solid Reaction for CO₂ Sorption. Ind. Eng. Chem. Res: 55, 38: 10172–10177.

Оценка промышленного загрязнения подземных вод в городской черте с использованием численного моделирования

Палагушин А.Д.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», a.palagushin@yandex.ru), Семенов М.Е. (ФГБУ «Гидроспецгеология», semenov_m_e@outlook.com)

Аннотация

Целью работы является оценка долговременных последствий загрязнения подземных и поверхностных вод на примере промышленного предприятия в городской черте с использованием численного моделирования. Для достижения поставленной цели выполнен анализ данных объектного мониторинга состояния недр на предприятии и на его основе разработаны геофильтрационная и геомиграционная модели. На основании полученных результатов обоснованы рекомендации по реабилитации загрязненной территории.

Ключевые слова

Объектный мониторинг состояния недр, загрязнение подземных вод, геофильтрационное и геомиграционное моделирование, реабилитационные мероприятия

Теория

Объект исследований представляет собой промышленную площадку крупного предприятия, расположенного в городской черте. Непосредственно на промышленной площадке располагаются здания литиевого производства, а также загрязнённые литием грунты, которые являются источниками загрязнения подземных и поверхностных вод.

В геологическом строении территории выделяются два структурных этажа – складчатый палеозойский фундамент и четвертичный осадочный чехол, разделенные мезокайнозойской корой выветривания. На участке работ выделяются верхнеплейстоценовый водоносный горизонт, краснодубровский водоносный горизонт спорадического обводнения, кочковский слабоводоносный горизонт и водоносная зона экзогенной трещиноватости гранитов палеозоя. Водоносная зона экзогенной трещиноватости отделяется от вышележащих водоносных горизонтов мезокайнозойским слабопроницаемым горизонтом [1-7].

Верхнеплейстоценовый водоносный горизонт распространён только в районе промплощадки предприятия. Поток грунтовых вод на промплощадке направлен на юго-запад (Рисунок 1). Территория промплощадки предприятия находится в зоне подтопления [2-7].

На рисунке 1 представлена карта-схема средних концентраций лития в подземных водах на территории предприятия в 2018-2019 годах. Максимальные содержания лития отмечаются в грунтовых водах в районе зданий литиевого производства. На юге и юго-западе промышленной площадки повышенные содержания лития фиксируются отдельными скважинами. На юго-западе промышленной площадки источником поступления лития в подземные воды могут быть ближайшие к скважинам загрязненные участки грунтов. В районе здания 28 – загрязненные иловые отложения промколлектора. Разгрузка загрязненных литием подземных вод осуществляется в дренажно-ливневую канализацию и перетеканием в нижележащий краснодубровский водоносный горизонт.

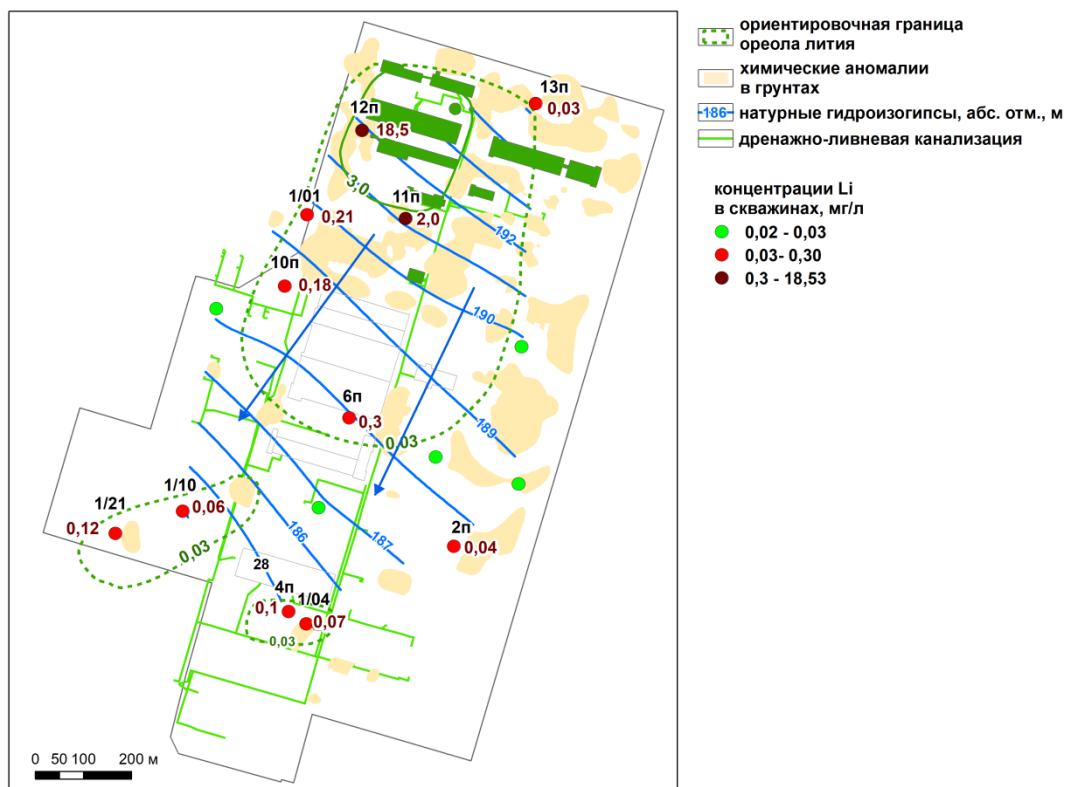


Рисунок 1. Карта-схема распространения средних за период наблюдений значений лития в подземных водах на промышленной площадке предприятия

Для участка работ разработана трехмерная геологическая модель (Рисунок 2), которая в дальнейшем использовалась для разработки геофильтрационной и геомиграционной модели территории [8-9]. Модель состоит из 8-и гидрогеологических подразделений. Геофильтрационная модель была откалибрована по данным напоров в 40 скважинах. Относительная точность калибровки по напорам составила 1,2 % от максимального перепада напоров в пределах области моделирования.

Результаты эпигнозного моделирования показали, что современный ореол лития в подземных водах, приурочен в основном к грунтовому и краснодубровскому водоносным горизонтам. Ореол распространяется на глубину 50 метров до глинистой мезокайнозойской коры выветривания. По модельным расчетам ореол лития в краснодубровском водоносном горизонте распространяется в плане на большие расстояния, чем в грунтовом горизонте (40-300 м).

Модельные расчеты показали, что четверть среднемноголетней концентрации лития в ливневых стоках (1 мг/л) обеспечивается за счет разгрузки загрязненных подземных вод. Оставшаяся часть может поступать за счет поверхностных вод, поступающих в дренажно-ливневую канализацию

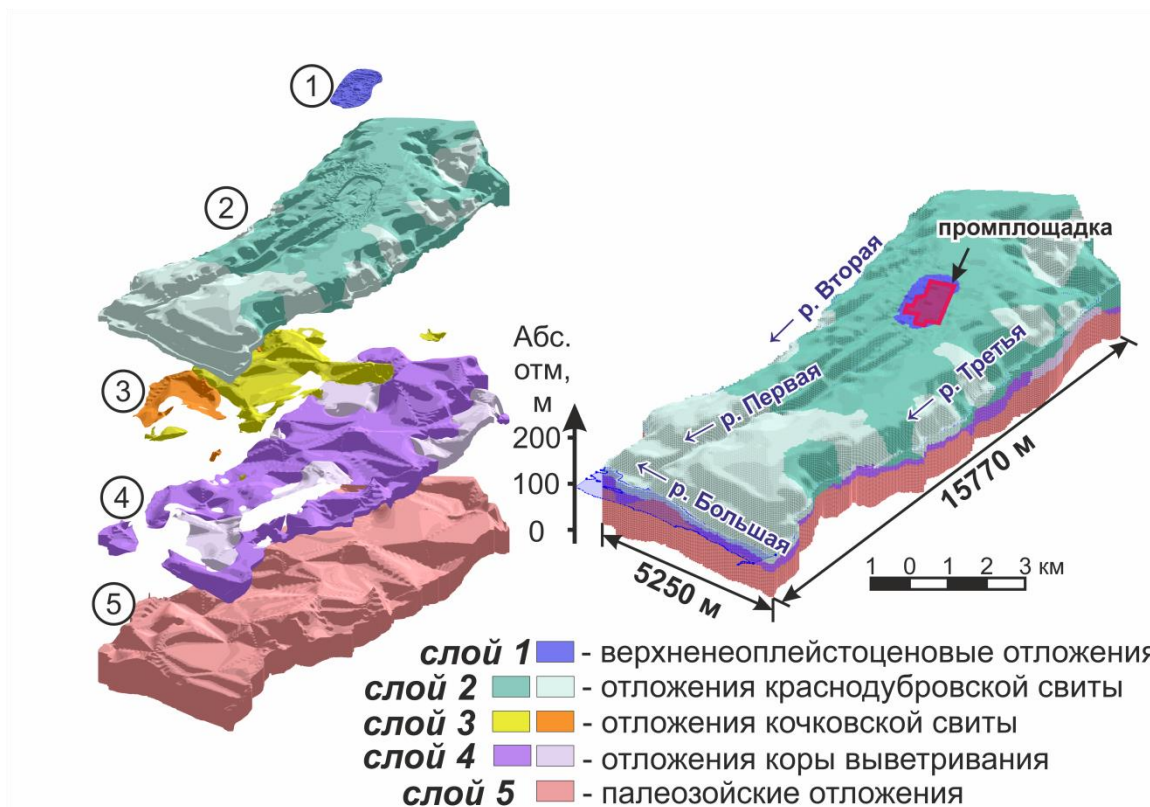


Рисунок 2. Трёхмерная геологическая модель изучаемой территории

Результаты прогнозного моделирования без реализации реабилитационных мероприятий показали, что ореолы лития стабилизируются к 2100 г. за счет процессов разбавления и частичной разгрузки в дренажно-ливневую канализацию и распространятся по сравнению с современными на расстояние до 370-600 м вниз по потоку подземных вод.

В качестве реабилитационных мероприятий для уменьшения концентрации лития в дренажно-ливневой канализации и сокращения ореолов загрязнения в подземных водах при прогнозных расчетах рассмотрено использование перехватывающего дренажа. Как показали расчеты, перехватывающий дренаж способен обеспечить деградацию ореолов лития от зданий литиевого производства до значений ниже ПДК. Также, с учетом перехватывающего дренажа, прогнозная концентрация лития в канализации резко сокращается и, начиная с 2059 года, не будет превышать ПДК.

Выводы

По результатам геомиграционных расчетов получены современные и прогнозные (на 100 лет) ореолы лития в подземных водах. Современные ореолы лития распространены на расстояние до 400 метров от источников загрязнения, глубина распространения ореолов не превышает 50 метров.

Прогнозные ореолы лития без реабилитационных мероприятий сохранятся в северной и центральной части промшл. площадки. Произойдет значительное распространение ореола в краснодубровском водоносном горизонте. При сохранении существующих природно-техногенных условий выход лития в ливневую канализацию с грунтовыми водами будет увеличиваться.

Создание перехватывающего дренажа позволит снизить содержание лития в подземных водах и сточных водах ливневой канализации НЗХК до значений ниже ПДК, однако эксплуатация дренажа потребует очистку или отведение дренажных вод.

Благодарности

Куваев А.В., Экзарьян В.Н.

Библиография

1. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000, серия Кузбасская. Лист N-44-ХП. Объяснительная записка. Составители Т.Ф. Васютинская, Д.В. Михайловский, редактор А.Б. Гинцингер. Карта утверждена филиалом научно-технического совета ВСЕГЕИ при СНИИГГИМС 30.XII 1960 г.
2. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). «Недра», М., 1970 г.
3. Борзенко П.И., Мареев С.К., Петриловская Н.А. и др. Геологическое строение, полезные ископаемые, гидрогеологические и инженерно-геологические условия восточной окраины г. Новосибирска (отчёт Пашинской партии по результатам комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:50000 на площади листа N-44-35-В, проведенной в 1961-62 гг.) Том 1, Текст отчёта. Новосибирская геолого-поисковая экспедиция. Новосибирск, 1963 г.
4. Карпицкий И.П., Плаксина Н.А., Тарасов Г.С. и др. Составление специализированных гидрогеологических карт масштаба 1:50000 района г. Новосибирска для оценки степени загрязнения и условий защищенности подземных вод в 2-х книгах. Книга 1. Текст отчёта. Новосибирская геолого-поисковая экспедиция. Новосибирск, 1990 г.
5. Карпицкий И.П., Плаксина Н.А., Тарасов Г.С. и др. Составление специализированных гидрогеологических карт масштаба 1:50000 района г. Новосибирска для оценки степени загрязнения и условий защищенности подземных вод в 2-х книгах. Книга 2. Текстовые приложения. Новосибирская геолого-поисковая экспедиция. Новосибирск, 1990 г.
6. Куфарева М.А., Жихарева Л.Н., Кузнецова А.С. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Новосибирской области. Том II. Буровые на воду скважины. Книга 6. Новосибирский и Ордынский районы. Министерство геологии СССР, Всесоюзный геологический фонд, Геологическое управление центральных регионов. М., 1966.
7. Дополнения к кадастру подземных вод по территории Новосибирской и Омской области. Лист N-44-Б. Учётные карточки буровых скважин. Новосибирск, 1974–2018 гг.
8. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. Изд-во Моск. Ун-та, Москва, 2009 г.
9. Wen-Hsing Chiang; Wolfgang Kinzelbach. 3D-groundwater modeling with PMWIN: a simulation system for modeling groundwater flow and pollution. Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Singapore; Tokyo : Springer, 2000.

Оценка водного и биогазового баланса полигона ТКО «Кучино» для обоснования принципов эффективной рекультивации полигонов
Трушин Б.В. (ЗАО «Спецгеоэкология», 7821844@mail.ru),
Крахмалов П.А. (ЗАО Студент 1 курса магистратуры МГРИ РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, 7821844@mail.ru)

Аннотация

На основе оценки водного и биогазового баланса полигона ТКО рассмотрены вопросы краткосрочной и долгосрочной эффективности рекультивации полигонов. Предложены принципы эффективной рекультивации полигонов ТКО.

Ключевые слова

Полигон ТКО, фильтрат, биогаз, баланс, рекультивация

Теория

Полигоны твердых коммунальных (бытовых) отходов (ТКО) как правило образовывались стихийно, без учета природоохранных требований, что привело к интенсивному негативному воздействию полигонов ТКО на окружающую среду. По сути, такие объекты правильнее называть свалками отходов, но далее в работе мы будем использовать устоявшийся термин «полигон».

Основными агентами воздействия полигонов ТКО на окружающую среду служат фильтрат и биогаз. Ниже мы выполним оценки водного и биогазового баланса на примере полигона ТКО «Кучино», закрытого после прямой линии с президентом РФ В.В. Путиным в 2017 г. Его площадь 54,5 га, мощность толщи отходов около 70 м. Объем накопленных в теле полигона отходов 22,5 млн. м³ или почти 30 млн. тонн.

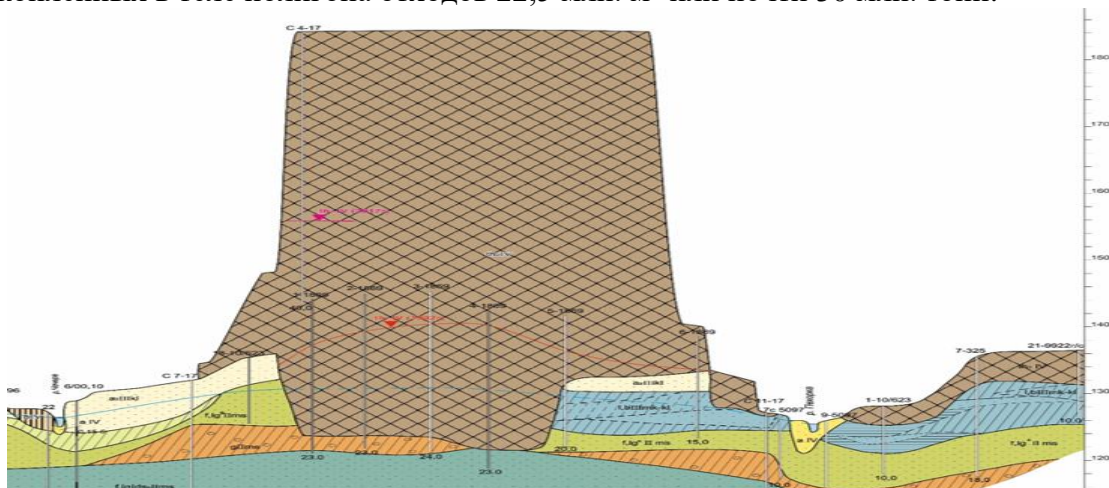


Рисунок 1. Геолого-гидрогеологический разрез полигона после завершения эксплуатации.

До начала рекультивации инфильтрация в тело полигона ТКО «Кучино» составляла примерно 30% от суммы среднегодовых атмосферных осадков или 150 тыс. м³/год. Другой источник – вода, поступающая с завозимыми ТКО. При размещении на полигоне 600 тыс. тонн в год с влажностью 20% – объем этой воды около 150 тыс. м³/год. Таким образом, перед окончанием эксплуатации сумма приходные статьи водного баланса полигона составляли 300 тыс. м³/год или 0,82 тыс. м³/сут.

Расходные статьи водного баланса полигона наиболее достоверно определены на геофильтрационной модели участка и по данным режимных наблюдений. Это переток фильтрата из толщи отходов в подстилающий водоносный – на модели он составил 110 тыс. м³/сут и суммарная среднегодовая разгрузка «родников» фильтрата – 80 тыс. м³/год.

На расходные статьи баланса, связанные с участием воды в различных био- и физико-химических процессах в толще отходов (влагонасыщение, денитрификация, полимеризация, сульфатредукция отходов и т.п.); в процессах жизнедеятельности метанообразующих бактерий; в образовании конденсата биогаза – остается 110 тыс. м³/год.

Ориентировочный расчетный объем воды, необходимый для образования 46,5 млн. м³/год (5,3 тыс. м³/час) биогаза на полигоне ТКО «Кучино», составляет 45 тыс. м³/год. Таким образом, на участие воды в различных био- и физико-химических процессах в толще отходов и на образование конденсата биогаза остается 65 тыс. м³/год.

В теле полигона формируется техногенный водоносный горизонт со свалочной жидкостью или фильтратом. Для размещенного в карьере полигона ТКО «Кучино» объем техногенного водоносного горизонта оценивается значением порядка 8 млн. м³. При влагоемкости отходов 30-35% в техногенном водоносном горизонте накоплено около 2,5 млн. м³ фильтрата. Техногенный водоносный горизонт служит регулирующей емкостью, обеспечивающей стабильность расходов перетекания и разгрузки фильтрата.

Объем зоны аэрации полигона, которая заполнена образующимся биогазом, оценивается значением 14,5 млн. м³. При тех же 30-35% емкости в теле «Кучино» накоплено около 5 млн. м³ биогаза. Объем биогаза в зоне аэрации полигона очень чутко реагирует на изменения атмосферного давления и температуры атмосферного воздуха. Зона аэрации также выступает в роли емкости, регулирующей поступление биогаза в атмосферу.

Основные проектные решения, примененные при рекультивации полигона ТКО «Кучино», следующие:

- приведение крутых откосов в устойчивое состояние за счет их выполаживания;
- перемещение отходов из-за границ землеотвода на тело полигона;
- строительство ярусных лучевых дренажей и горизонтальных дренажей для перехвата фильтрата;
- устройство очистных сооружений фильтрата (обратный осмос, 600 м³/сут);
- финальное противофильтрационное перекрытие поверхности полигона;
- строительство системы активной дегазации (112 газосборных скважин, два высокотемпературных факела суммарной мощностью 5,0 тыс. м³/час, две газопоршневые установки генерация электрической энергии мощностью 2 МВт/час).

В соответствии с межгосударственным стандартом [1] под рекультивацией понимается «комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества».

Перечень проектных решений показывает, что рекультивация полигона ТКО «Кучино» не отвечает данному определению. По сути, на рассматриваемом полигоне и других полигонах РФ происходит консервация отходов. Разрабатываемые проекты «рекультивации» решают вопросы «улучшения условий окружающей среды в

соответствии с интересами общества», но «восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель» в ближайшей перспективе не происходит.

Применительно к рекультивации полигонов ТКО следует ввести понятия краткосрочной и долгосрочной эффективности консервации (рекультивации) [4]. Далее мы будем по-прежнему использовать широко применяемый термин «рекультивация».

Краткосрочная эффективность рекультивации заключается в минимизации воздействия полигона на окружающую среду. Воздействие биогаза на атмосферу и фильтрата на поверхностные воды прекращается сразу после завершения рекультивационных работ; фильтрата на подземные воды – в течение нескольких лет и определяется гидрогеологическими условиями участка размещения объекта.

Первый принцип эффективной рекультивации полигонов направлен на решение задач краткосрочной эффективности. Он определяется набором мероприятий для прекращения поступления фильтрата и биогаза в окружающую среду. В частности, это созданием финального перекрытия, системы сбора и очистки фильтрата, системы активной дегазации с утилизацией (обезвреживанием) биогаза.

Разрабатываемые сегодня проекты рекультивации полигонов ТКО, как правило, позволяют решить задачи краткосрочной эффективности и минимизировать воздействие законсервированных отходов на окружающую среду. Пострекультивационный экологический мониторинг позволяет оценить эффективность проектных решений и выполненных работ по рекультивации.

Долгосрочная эффективность рекультивации связана с процессами, протекающими в «законсервированных» в теле полигона отходах. Она может быть оценена только через десятки лет. В своде правил [2] статическая устойчивость отходов трактуется как «уплотнение отходов, их дальнейшее перегнивание и минерализация». За счет физико-химических и микробиологических процессов в теле полигона должен быть «переработан» весь объем накопленных отходов до безопасного для окружающей среды состояния.

Долгосрочная эффективность рекультивации предполагает, что после вскрытия тела полигона через десятки лет и попадания в него атмосферных осадков – возобновления процессов образования биогаза и фильтрата не произойдет.

Для «переработка» отходов за счет протекания физико-химических и микробиологических процессов, должно быть организовано контролируемое поступление воды в тело полигона. Водный и биогазовый баланс полигона в этот период принципиально меняется и основные порции будут расходоваться на участие воды в физико-химических и микробиологических процессах в толще отходов, на образование биогаза. Отметим, что реализация задач первого принципа рекультивации полигонов исключает попадание контролируемо поступающей воды (фильтрата) в окружающую среду.

Второй принцип эффективной рекультивации полигонов направлен на решение задач долгосрочной эффективности. Он определяется набором мероприятий для сохранения в теле полигона комплекса физико-химических и микробиологических процессов, которые обеспечат «уплотнение отходов, их дальнейшее перегнивание и минерализацию». После решения задач долгосрочной эффективности рекультивации можно ставить вопрос о рекуперации полигонов ТКО [3].

Сегодня в проектах рекультивации полигонов ТКО задачи долгосрочной эффективности рекультивации не решаются никак. Методы контроля интенсивности процессов «перегнивания и минерализации» накопленных ТКО не разработаны. Косвенный признак затухания этих процессов уменьшение объемов биогаза и концентраций метана, но о глубине «перегнивания и минерализации» отходов это уменьшение судить не дает.

Выводы

Предложенные принципы эффективной рекультивации полигонов основываются на понятиях о краткосрочной и долгосрочной эффективности рекультивации. Они оба одинаково важны и направлены на «восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества».

Первый принцип направлен на решение задач краткосрочной эффективности рекультивации и, как правило, реализуется в разрабатываемых сегодня проектах рекультивации полигонов ТКО. Минимизация воздействия на окружающую среду может быть проконтролирована данными пострекультивационного экологического мониторинга.

Второй принцип направлен на решение задач долгосрочной эффективности. В современных проектах рекультивации полигонов ТКО задачи долгосрочной эффективности рекультивации не решаются. Методы контроля интенсивности процессов «перегнивания и минерализации» накопленных ТКО не разработаны. Возобновление поступления в окружающую среду биогаза и фильтрата, которое может произойти через десятки лет, перекладывает защиту окружающей среды на следующие поколения.

Библиография

1. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006606> (дата обращения: 26.02.2021).
2. СП 320.1325800.2017 "Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация". [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556610331> (дата обращения: 25.02.2021).
3. Крахмалов П.А. «Рекуперация твердых коммунальных отходов на полигоне «Кучино»». – 2020 г. – С.27-30.
4. Трушин Б.В. Принципы эффективной рекультивации полигонов ТКО. // «Твердые бытовые отходы». – 2019г. – № 5. – С.19-22.

***Водно-физические свойства торфогенного слоя как индикатор состояния
выработанных брошенных площадей
Федотова С.А. * (БНТУ, fgde@bntu.by)***

Аннотация

Изучается проблема возвращения в культурное использование площадей выработанных и брошенных торфяных месторождений. Исследуется состояние верхнего торфогенного слоя с целью выбора возможного направления их дальнейшего использования.

Ключевые слова

Месторождение торфа, торфогенный слой, экологическое равновесие, водно-физические свойства торфа

Теория

Горнодобывающая отрасль является основой производства и удовлетворения материальных потребностей людей. Но при ее функционировании происходит глубокое нарушение элементов окружающей среды. Так в Беларуси идет добыча торфа для производства коммунально-бытового топлива, продукции для нужд сельского хозяйства, медицины. Существовавшая до 90-х гг. прошлого века многолетняя практика предусматривала рекультивацию выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в основном под сельскохозяйственные земли, единичные объекты использовались для строительства водоемов, а неудобные для земледелия – под посадку леса. Значительное количество рекультивированных площадей списано и выведено из использования или просто заброшено из-за их непригодности для ведения сельского и лесного хозяйств.

В последнее время популярным направлением стало повторное заболачивание выбывших из эксплуатации площадей. Любое направление рекультивации выработанных торфяников предполагает изменение осушительной системы. Ее задача – обеспечить требуемый уровень грунтовых вод. Это можно сделать непосредственно после выведения площадей из эксплуатации. После десяти лет простоя они полностью зарастают, что делает регулировку каналов осушительной сети невозможной. По этим причинам на территории Беларуси имеется большое количество просто заброшенных выработанных торфяных месторождений. Общая площадь осушенных болот составляет 1505 тыс. га, в том числе 103 тыс. га - выработанные торфяные месторождения [1]. В таком состоянии они находятся десятки лет, их поверхность полностью заросла. Местные жители используют такие месторождения стихийно – для сбора ягод, грибов. Из-за недостаточного контроля здесь зачастую можно найти стихийные свалки мусора, а остатки каналов используются для утилизации сточных вод. Брошенные торфяники являются потенциальными источниками пожаров из-за невозможности регулировать работу остатков осушительной системы и способности торфа гореть внутри залежи [2].

Применение принципов зеленой экономики позволяет найти новые подходы к использованию площадей выработанных и брошенных месторождений торфа. Их можно включить в экономику территориально-производственных комплексов, используя с одной стороны уникальные флору и фауну, а с другой – социально-экономические

условия района [3]. Так рядом с месторождениями находятся более или менее крупные населенные пункты, есть автомобильные и часто железнодорожные пути. Изучение биологии в средних школах поселков с проведением экскурсий на выработанные площади торфяников, организация в школах экспозиций уникального микромира таких территорий, целенаправленный и контролируемый сбор болотных лекарственных трав и организация зеленых аптек и т.д [4].

Каждое месторождение и его состояние после выработки уникально. Выбирая возможные варианты его дальнейшего использования, необходимо оценить состояние площадей и прежде всего – направленность процессов в верхнем, так называемом торфогенном слое. В нем происходит колебание уровня грунтовых вод, изменяется содержание влаги в торфе. Толщина такого слоя может составлять от 40 (мохово-травянистые части болот) до 80-95 см (лесные низинные болота) (рис.1).

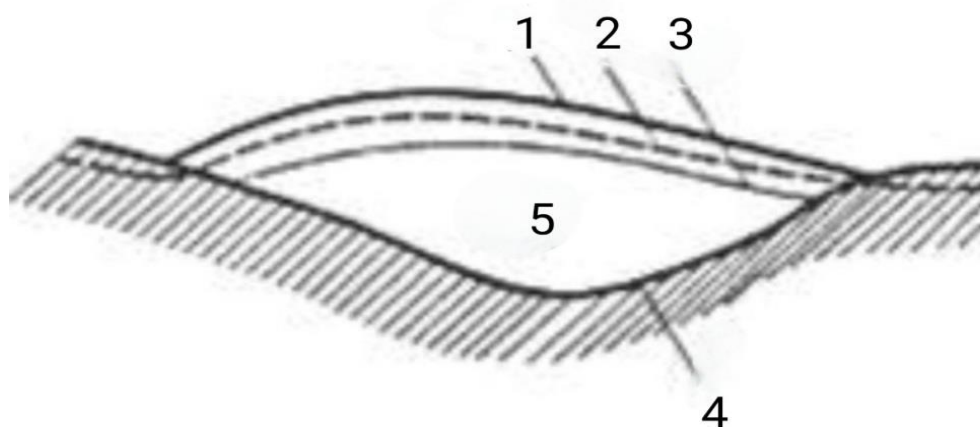


Рисунок 1. Схема слоистого строения торфяной залежи: 1 – поверхность торфяной залежи; 2 – уровень грунтовых вод; 3 – граница торфогенного слоя; 4 – минеральное дно; 5 – залежь

На брошенных после выработки площадях значительные коррективы в водный режим верхнего слоя вносят сохранившиеся элементы осушительной сети. Остаточный слой торфа на приканальных полосах может достигать 1,5 м и более, поверхность покрывается через десяток лет от окончания добычи характерной растительностью. Влияние каналов бывшей осушительной системы усиливает доступ воздуха в верхний слой. Это может вызвать коренное изменение биохимических процессов. Если поры в торфе не заполняются ли полностью в осенне-весеннем периоде влагой, то в слое в принципе происходит разложение органического вещества, так как анаэробные процессы сменяются аэробными – окислительными. Процесс гумификации торфа идет по всему аэрируемому слою торфа. Наряду с этим идет процесс минерализации органического вещества, конечной стадией которой является полный распад органических веществ на ряд простых минеральных соединений и углекислый газ. Представление о водно-физическом состоянии верхнего слоя залежи можно получить, оценив состояние пористой системы торфа. Коэффициенты влаго- и газонасыщенности показывают, какая часть общего объема пор занята соответственно водой и воздухом. Влагонасыщенность вычисляется по плотности торфа и ее влажности. Зная, какой объем занимает вода, вычисляют газонасыщенность, как разницу между общей пористостью и влагонасыщенностью. Общую пористость обычно вычисляют по показателям плотности торфа и плотности его сухого вещества.

В 2019-2020 гг. была проведена работа по оценке влаго- и газонасыщенности торфогенного слоя выработанного и брошенного месторождения торфа «Михановичи», расположенного в Минском районе. Оно выбыло из эксплуатации более 40 лет назад. На месторождении сохранились фрагменты осушительной сети, его поверхность полностью заросла. Каналы, ранее входившие в систему осушения, потеряли свою форму, их берега заросли.

Как известно, для образования торфяной залежи необходимы следующие условия: наличие растений-торфообразователей и наличие избыточного увлажнения, которое остановит процесс разложения растений после их отмирания.

Растительный покров месторождения представлен всеми ярусами. Среди деревьев больше всего представлена береза, среди кустарников – рябинник. Очень много кустарничков – голубика, вереск, багульник. Травы – пушица, осока. Практически вся поверхность покрыта мхами. Эта растительность типична для месторождения верхового типа. Имеются кочки размером 30-40 см в диаметре. Пробы торфа отбирались методом режущего кольца, влажность образцов определялась типовым методом в лаборатории, а плотность сухого вещества – пикнометрическим способом. Общая пористость вещества в торфогенном слое составила 90,3%. В весенне-осеннем периоде все поры были заполнены водой. Летом примерно 30% пор было занято воздухом. Таким образом, в исследуемом слое в принципе имеются условия для накопления растительных остатков и развития торфяной залежи.

Выводы

Основываясь на полученных результатах, возможно рассмотреть вопрос о более интенсивном использовании исследуемой площади в целях организации агроболотоводства с целью получения урожая дикорастущих болотных ягод, лекарственных и медоносных растений.

Библиография

1. Лис, Л.С. Торфяной фонд Республики Беларусь / Л.С. Лис, Т.И. Макаренко, В.Б. Кунцевич // ХТТ. -2017. - № 5. – С. 53- 63.
2. Ракович, В.А. Основные итоги и задачи исследований в области сохранения и использования болот и торфяных месторождений Республики Беларусь / В.А. Ракович, Н.И. Тановицкая, В.В. Смирнова // Природопользование. Минск, 2012. Вып. 22. С. 115-121.
3. Гаврильчик, А.П. Оценка торфяного фонда Республики Беларусь в связи с актуальными задачами его использования на ближайшую перспективу / А.П. Гаврильчик [и др.]// Природопользование. Минск,2012. Вып. 22. С. 229 - 235.
4. Лиштван, И.И. Исследования по торфу и сапропелю Института природопользования НАН Беларуси на службе экономики Республики Беларусь / И.И. Лиштван [и др.]// Природопользование. Минск, 2018. - № 1. - 6 -25.

*Анализ методов очистки сточных вод, применяемых на Краснодарской ТЭЦ
Хатит Р.Ю. (Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе, dr.rkhatit@yandex.ru), Щерба В.А. (Российский
государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе,
shcherba_ya@mail.ru)*

Аннотация

В данной статье рассмотрены механизмы, применяемые на Краснодарской ТЭЦ для очистки сточных вод. Вода обладает необыкновенно ценным свойством непрерывного самоочищения, регулируемого биохимическими циклами. Поступающие в водоемы загрязнения подвергаются изменениям в пространстве и времени, обретая другую концентрацию, структуру и физико-химические свойства. Постоянное накопление загрязняющих веществ в биосфере и гидросфере, а также быстрый рост количества новых, еще плохо изученных химических элементов и их соединений, сбрасываемых со сточными водами, выдвигают проблемы пересмотра санитарных норм в сторону более жестких ограничений.

Ключевые слова

Краснодарская ТЭЦ, очистные сооружения, промышленная экология.

Теория

Вода обладает необыкновенно ценным свойством непрерывного самоочищения, регулируемого биохимическими циклами. Поступающие в водоемы загрязнения подвергаются изменениям в пространстве и времени, обретая другую концентрацию, структуру и физико-химические свойства. В результате совокупной деятельности бактерий, водорослей, высших водных растений и различных беспозвоночных организмов в условиях действенной природы процесс самоочищения осуществляется быстро. С увеличением количества загрязняющих веществ так называемая способность самоочищения водоема снижается и при определенном их уровне может вообще исчезнуть.

С ростом антропогенного воздействия на биосферу и гидросферу загрязнения, поступающие в водоемы пресной воды, приняли масштабы, при которых очистка сточных вод становится неизбежным элементом водопользования[1]. Постоянное накопление загрязняющих веществ в биосфере и гидросфере, а также быстрый рост количества новых, еще плохо изученных химических элементов и их соединений, сбрасываемых со сточными водами, выдвигают проблемы пересмотра санитарных норм в сторону более жестких ограничений.

В настоящее время проливневые сточные воды собираются с территории на Краснодарской ТЭЦ по распределительной сети и поступают по закрытому самотечному коллектору D900 мм с уклоном по трассе для самотечного отведения сточных вод на очистные сооружения.



Рисунок 1. Краснодарская ТЭЦ (фото Хатит Р.Ю.)

На входе очистных сооружений сточные воды поступают в камеру разделения потока, где верхний слой потока, содержащий максимальное количество нефтепродуктов, отделяется и направляется самотеком в резервуар насосной станции и далее в нефтеловушку, что предусмотрено действующей технологической схемой очистных сооружений (разделительная камера). При этом стоит отметить, что регулятор поддержания постоянного уровня воды, подаваемой на очистные сооружения, отсутствует. Остальная часть воды, примерно 90 % принимается как условно чистая вода, которая не требует очистки и сбрасывается транзитом в водоем по главном самотечному коллектору. Из распределительного колодца сточные воды по самотечному коллектору подвода попадает в приемный резервуар насосной станции, где обеспечивается первичное отстаивание полученного стока. Сточная вода насосами, работающими в периодическом режиме «включения – выключения», перебрасывается в пескоотстойник, конструктивно объединенный с нефтеловушкой, в железобетонном исполнении выше отметки лотка ливневой канализации. Через переливное отверстие в теле пескоотстойника очищаемые стоки самотеком поступают на верхний уровень камеры нефтеловушки.

Принцип действия нефтеловушки основан на методе гравитационного разделения в условиях медленно движущегося потока жидкости. При этом взвешенные вещества с плотностью большей, чем у воды, осаждаются, а вещества с меньшей плотностью – всплывают. Для интенсификации работы нефтеловушки применяется принцип «перегородочного эффекта». Отбор всплывших в нефтеловушке нефтепродуктов производится полупогружными лотками, удерживающими уловленные и накапливающиеся на поверхности воды масло- и нефтепродукты путем создания некоторого подпора[6].

Низкая эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях по сравнению с операциями очистки в лабораторных условиях объясняется движением большой массы сточных вод и несовершенством конструкции, в которых не удается

избежать турбулентного перемешивания вследствие конвекционных и плотностных потоков, возникающих из-за температурных перепадов или неравномерного распределения концентрации примесей в объеме очистных сооружений[3].

Для обеспечения требований на сброс сточных вод в первую очередь по взвешенным веществам и нефтепродуктам, предполагается реконструкция существующих очистных сооружений:

- 1) Использования существующих сооружений;
- 2) монтаж модулей доочистки: установка в технологической цепи двух параллельно работающих модулей доочистки с целью гарантийного доведения качества сточной воды до требований ПДК;
- 3) реконструкция камеры разделения потока;
- 4) реконструкция выпуска стока в Калининскую балку: на выпуске в Калининскую балку замена подпорной стенки с монтажом на ней периодически заменяемого нетканого нефтепоглощающего материала, что позволяет качественно избавиться от растворенных нефтепродуктов в сточной воде, поступающей как по коллектору Краснодарской ТЭЦ, так и по коллектору городского ливневого стока, смонтированного рядом.
- 5) реконструкция камеры объединения потока (Л96): установка приборов контроля рН и соленосодержания сточной воды на входе очистных сооружений.

Ликвидация проскока нефтяной пленки по причине 1 требует наибольших капитальных затрат по замене камеры разделения потока на отметке -5 м на камеру, позволяющую в рабочем режиме (при отсутствии ливневых сточных вод) перенаправить всю сточную воды через очистные сооружения предприятия. Входное отверстие переливного трубопровода направлено кверху и размещено на уровне или выше отводящего коллектора[3].

Поток сточной жидкости по подводящему коллектору поступает в корпус разделительной камеры. При расходе сточной жидкости меньшем расчетного расхода, отводимого на очистные сооружения, весь поток сточной жидкости отводится на очистные сооружения. При объеме стока, превышающем расход, отводимый на очистные сооружения по отводящему коллектору, уровень сточной жидкости в корпусе разделительной камеры поднимается выше точки перелива сифона. При этом камера переполняется и нижний слой сточной жидкости (условно чистая вода) сливается в коллектор.

Механическая очистка как первая ступень очистки сточных вод остается прежней. Применение нового технологического оборудования, основанного на кавитационном эффекте, обеспечивает эффективность очистки сточной воды методом микрофлотации за счет предельно малого диаметра воздушного пузырька (менее 1 мм).

Стена воздушных пузырьков, создаваемая за счет кавитации в погружных аэраторах, медленно поднимется сквозь толщу воды и не нарушая ее ламинарного течения, захватывает содержащиеся в стоке взвешенные частицы и нефтепродукты, выносит их на поверхность стока. Накопившаяся на поверхности нефтяная пленка удаляется из нефтеловушки через сливные желоба и направляется в маслоотделитель.

Реконструкция подпорной стенки на водоеме Калининская балка заключается в полной замене проржавевших металлических конструкций фильтрационной на пластиковые и пластобетонные габионные сооружения. Использование матов из сорбентных материалов обеспечивает поглощение нефтепродуктов матами в 35-70 раз больше своего веса без изменения объема, что превосходит активированный уголь, так как маты сформированы в виде волокон, а не гранул: способность сорбировать нефтепродукты и эфирорастворимые вещества характеризуется кратностью очистки более 1000. Маты подлежат ежеквартальной замене и утилизации[3].

Для ликвидации задержанных нефтяных пленок, проникших на выход ливневой канализации при залповых сбросах сточных вод и задержанных подпорной стенкой, в штатное оборудование очистных сооружений необходимо ввести ленточные скиммеры для использования при техническом обслуживании сооружения стока в Калининской балке.

Выводы

Механическую очистку сточных вод от нефтепродуктов применяют преимущественно как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60-65%, а из некоторых производственных сточных вод на 90-95%.

Вакуумная флотация основана на понижении давления ниже атмосферного в камере флотатора. При этом происходит выделение воздуха, растворенного в воде. При таком процессе флотации образование пузырьков воздуха происходит в спокойной среде, в результате чего улучшается агрегирование комплексов частица-пузырек и не нарушается их целостность вплоть до достижения ими поверхности жидкости.

В то же время сброс нефтяной пленки от сторонних источников не позволяет предприятию отвергать общественное мнение о его причастности к загрязнению водоема, поэтому для исключения проскока нефтяной пленки в водоем оптимальным решением должна стать реконструкция стока на водоеме в Калининской балке.

Библиография

1. Сафонов А.И. Техноэкология. Курс лекций Донецк: ДонНУ, 2014. – 107 с.
2. Федяева О.А. Промышленная экология. Конспект лекций. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 145 с.
3. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды М.: Оникс, 2007. – 336 с.
4. Медведев В.Т. (ред.) Инженерная экология М.: Гардарики, 2002. – 687 с
5. Иванова Н. И. Инженерная экология и экологический менеджмент. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Логос, 2004. – 518 с.
6. Проектная документация по объекту «Краснодарская ТЭЦ. Реконструкция очистных сооружений»

Экологические проблемы Средиземноморского побережья Алжира
Хута Д. (Воронежский государственный технический университет,*
houta.dounia94@gmail.com), Гадиятов В.Г. (Воронежский государственный
технический университет, gadiatovvg@mail.ru)

Аннотация

Изучено распределение тяжелых металлов в донных отложениях алжирских морских портов Оран, Алжир и Аннаба. В донных осадках этих портов установлены аномальные содержания меди, цинка, свинца и ртути, значительно превышающие фоновые.

Сравнение степени загрязнения донных отложений тяжелыми металлами в рассматриваемых морских портах, показывает, что наиболее загрязненным является порт Аннаба, расположенный в северо-восточной части Средиземноморского побережья Алжира. Донные осадки порта Оран, находящегося на северо-западе, в Оранском заливе, содержат меньше всех тяжелых металлов, порт Алжир, расположенный в центре алжирского побережья, занимает промежуточное положение.

Ключевые слова

Загрязнение, донные осадки, тяжелые металлы.

Теория

Согласно исследованиям, проведенным испанским Институтом Мирового океана и Гринпис, Средиземное море считается один из самых загрязненных морей. Содержание нефтепродуктов в отдельных местах достигает 10 г/л. По заключению ряда ученых (Лисицын, 1974, и др.) общий уровень загрязнения Средиземного моря высокий, но в разных районах неодинаков. Самыми загрязненными являются прибрежные районы устьев рек, выносящих промышленные и бытовые отходы с территорий водосборных бассейнов крупных городов, а также заливы с морскими портами. Значительный вклад в загрязнение ряда прибрежных районов вносит морская нефтедобыча и транспортировка нефтепродуктов.

По имеющимся данным, в море ежегодно поступает от 500 тыс. до 1 млн т нефти и нефтепродуктов. По сообщению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в начале 1990-х годов в Средиземное море с берегов ежегодно поступало следующее количество основных видов загрязняющих веществ (в тоннах): органических веществ - 12 млн, соединений фосфора 320 тыс., азота - 800 тыс., ртути - 100, свинца - 3800, хрома - 2400, цинка - 21, фенолов - 12, синтетических моющих средств - 60, хлорорганических пестицидов - 90 тыс.

Поверхность дна океанов и морей обычно покрыта слоем осадочных пород (донных осадков), в редких случаях на дне обнажаются коренные горные породы. Морские осадки подразделяются на терригенные и пелагические (Короновский, Якушов, 1991). Терригенные – это осадки, которые распространены вдоль побережья. Состоят из материала, поступающего с суши. Обычно это пески, алевриты, глины и др. По генезису терригенные осадки ледниково-морские, кремнистые, известковые. Обычно в их составе присутствуют крупнозернистые частицы. Пелагические осадки

встречаются в глубоководных частях океана, значительно удаленных от берега. Они обычно представлены тонкозернистыми разноцветными илами.

Как выше отмечено, основная масса загрязняющих веществ поступает с берегов. В районах крупных городов и морских портов в донных осадках накапливаются тяжелые металлы, которые приводят к химическому загрязнению моря и прибрежной зоны. Тем самым тяжелые металлы оказывают сильное влияние на экологию. Нами изучены донные осадки морских Оран, Алжир и Аннаба, географически расположенных в разных частях побережья Алжира.

Морской порт Оран находится в северо-западе, в Оранском заливе, образующим удобную гавань. Залив Айн-эль-Тюрк в Ороне имеет протяженность 8 км, на западе ограничен мысом Сокол, на востоке - выступом другого мыса. Залив открыт для преобладающих ветров и сильных штормов с севера и северо-запада. От морских приливов и штормов залив отделён протяженным молом. Морской порт Алжир расположен в центре алжирского побережья в северо-западной части Алжирского залива. Имеет протяженность 13 км. От моря порт отделен длинным молем, параллельным берегу. В порту есть угольный причал, станции для заправки жидким топливом, на молу стоят емкости с нефтью. Морской порт Аннаба расположен в северо-восточной части Средиземноморского побережья Алжира, в 80 км от границы Туниса, в Бонском заливе. Порт входит в структуру крупнейшего промышленно-транспортного узла страны. Специализация морского порта - переработка железных руд, фосфатов и др. В городе Аннаба работает металлургический комбинат, предприятия алюминиевой, металлообрабатывающей, химической, пищевой и текстильной промышленности.

Экологические проблемы Средиземноморского побережья Алжира возникают из-за ряда причин, среди которых, кроме человеческого фактора, можно назвать деятельность рек, моря и ветров. Из-за чрезмерного количества осадков, реки, впадающие в заливы морских портов, нередко выходят из берегов. При этом увеличивается снос обломочного материала, который попадая в прибрежную зону, загрязняет и заливает дно. Не последнюю роль в заиливании дна играет ветер, переносающий песок с близлежащих пляжей и пустынь. Ветер также поднимает волны, тем самым препятствуя судоходству и усиливая абразию берегов. Изменение направления ветра нарушает подходы судов к портам, так как подходные каналы ориентированы с учетом преобладающих ветров, что позволяет избежать бокового ветра при движении и маневрировании судов.

Воды атлантического происхождения (Северо-Африканского течения), проходящие вдоль алжирского побережья, известны как Алжирское течение (Benzohra, 1993). Алжирское течение простирается на несколько морских миль параллельно берегу. Влияние этого течения ощущается до изобаты 200 м. Как правило, течение следует по уклону и создает небольшие вихри диаметром от 10 до 100 км, которые «живут» от нескольких недель до нескольких месяцев. При определенных условиях они увеличиваются от 50 до 100 км. В некоторых случаях могут образовывать вихри высокого давления диаметром от 100 до 200 км (GUY., 2006).

Продвигаясь вперед, воды Северо-Африканского течения вызывают встречные течения (противотечения), которые идут вдоль берега с востока на запад. В результате общей юго-западной и северо-восточной ориентировке побережья Алжира, противотечения достигают западных мысов. При этом приносят и перемещают донные осадки, аккумулирующиеся на морском дне.

В портах Алжира противотечения образуют легкие волнения, а на поверхности зыбь и рябь. Особенно противотечение заметно в Оранском заливе. Из-за далеко вдающегося в море мыса, волны проходят мимо пристаней, на западе обходит залив Мерс-эль-Кебир и выходит на берег. С гидрологической точки зрения морские течения возле порта Аннаба являются ветвями течения, исходящего из открытого моря. Их скорость сравнительно низкая, поэтому данные водные потоки не мешают судам при входе и выходе из порта. Однако действие противотечений, приводит к транспортировке отложений, вынесенных в устья рек, впадающих в залив и в прибрежную зону зона морского порта. Таким образом, противотечения в районе порта Аннаба могут представлять опасность для окружающей среды. Кроме того, в морских портах возникает проблема засорения и заиливания дна.

Кроме противотечений, в районе Алжирского побережья отмечается иногда обратное или, как его называют, отбойное течение, возникающее при отливах на песчаных берегах, косах или на отмелях. При этом обнажается дно, на берегах остаются принесенные с моря водоросли и различные загрязняющие побережье отходы.

Если течения, противотечения и обратное течение не препятствуют судоходству, то волны могут оказывать существенное влияние на передвижение судов. В зимний период к побережью Алжира приходят волны преимущественно с северо-восточного сектора моря, волны северного направления распространяются в течение всего года. Частые штормы приносят волны с северного сектора, реже с северо-востока, Они также выносят из моря разный обломочный материал и перемещают донные осадки.

В результате перемещенных горных пород (аллохтонов), и пород, залегающих под ними, а также обломочного материала, поступающего из рек и при переносе ветром, на Алжирском побережье Средиземного моря образуются донные осадки. Они заполняют прибрежную зону и акваторию морских портов. Донные отложения препятствуют нормальному передвижению судов в портовых объектах. Поэтому для обеспечения бесперебойной работы морских портов постоянно проводятся дноуглубительные работы. В составе донных осадков присутствуют различные химические элементы, которые также попадают в море в результате выбросов с судов.

Распределение тяжелых металлов в морских донных отложениях алжирских портов определяется несколькими факторами: гранулометрическим составом частиц, содержащих загрязняющие вещества и близостью расположения источников загрязнения. Мелкая фракция донных отложений улавливает часть тяжелых металлов, находящихся в воде. В значительной степени это зависит от гидродинамических и гидроосадочных условий заливов Оран, Алжир и Аннаба, а также от антропогенного влияния. Одним из главных факторов миграции микроэлементов в донных осадках является также большая активность судов в портах и воздействие токов теллурического происхождения, связанных с магнитным полем Земли.

В донных осадках портов Оран, Алжир и Аннаба установлены аномально высокие содержания меди, цинка, свинца и ртути, превышающие фоновые от 2,5 до 14 раз. Фоновые значения следующие, в мкг/г: Cu – 26, Zn – 88, Pb – 22, Hg -0,2. Рассмотрим гистограмму, приведенную на рисунке 1. Содержание Cu, Zn, Pb в донных осадках вышеназванных портов колеблется от 70 до 643 мкг/г. Для свинца установлено 14-кратное превышение над фоном (290 мкг/г), что является максимальным. Цинк превышает фоновое значение в 8 раз (643 мкг/г), медь – в 7 (140,7 мкг/г). По сравнению

с содержанием тяжелых металлов в донных осадках рудных районов (Гадиятов и др., это немного, но относительно фона, они аномальны.

Сравнение степени загрязнения донных отложений тяжелыми металлами в рассматриваемых морских портах, показывает, что наиболее загрязненным является порт Аннаба, расположенный в северо-восточной части Средиземноморского побережья Алжира. Донные осадки порта Оран, находящегося на северо-западе, в Оранском заливе, содержат меньше всех тяжелых металлов, в мкг/г: Cu – 60,70,

Zn - 321, Pb – 87. Порт Алжир, расположенный в центре алжирского побережья, занимает промежуточное положение по содержанию этих элементов, в мкг/г: Cu – 90,21, Zn - 356, Pb – 186.

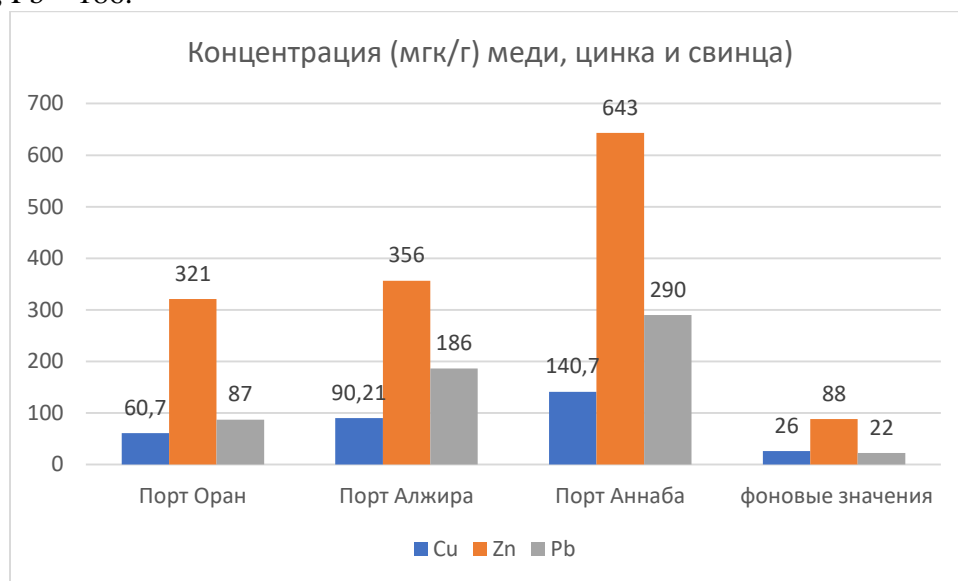


Рисунок.1. Распределение меди, цинка, свинца в донных отложениях морских портов, Оран, Алжир, Аннаба.

Выводы

В донных осадках портов Оран, Алжир и Аннаба установлены аномально высокие содержания меди, цинка, свинца и ртути, превышающие фоновые от 2,5 до 14 раз. Наиболее загрязненным является порт Аннаба, расположенный в северо-восточной части Средиземноморского побережья Алжира. Донные осадки порта Оран, находящегося на северо-западе, в Оранском заливе, содержат меньше всех тяжелых металлов, в мкг/г: Cu – 60,70, Zn - 321, Pb – 87. Порт Алжир, расположенный в центре алжирского побережья, занимает промежуточное положение по содержанию этих элементов, в мкг/г: Cu – 90,21, Zn - 356, Pb – 186.

Библиография

1. Benzohra., 1993. Ramdani, M., & Berraho, A. (2008). Effet des courants marins sur la répartition verticale des différents paramètres physico-chimiques le long des côtes atlantiques et méditerranéennes du Maroc. Revue AFN Maroc N, 2, 3.
2. Гадиятов В.Г. Геохимические методы поисков золотого оруденения в зеленокаменных толщах запада Анданского щита. – Автореф. дис. кандидата геол.-мин. наук. – Иркутск, 1992. – 18 с.

3. Короновский Н.В., Якушева А.Ф. К 68 Основы геологии .Учебник для географ. спец.вузов . - М.: Высш.школа, 1991.-416 с.
4. Лисицын А.П. Осадконакопление в океанах. М.: Наука, 1974.
5. LEM., 2006. Laboratoire d'Etude Maritime. Etude d'impact sur l'environnement du dragage des abords des quais du port d'Alger.
6. GUY., 2006. Bourras, D., Caniaux, G., Giordanni, H., & Reverdin, G. (2006). Influence d'un tourbillon océanique sur l'atmosphère. La Météorologie.

*«Современное состояние водных экосистем верхнего течения реки Ангара»
Цветкова Е. А. * (МГРИ, zhenya.tsvetkova.96@mail.ru)*

Аннотация

Проанализированы результаты исследований по гидробиологии, геохимии и водной экологии, посвященные изучению видов верхнего течения р. Ангары и среды их обитания. Описано состояние водных экосистем верхнего течения р. Ангара на основе построения трофических цепей и сетей. Рассматриваются основные факторы, влияющие на негативные изменения в водоеме. Обсуждается проблема крупномасштабного ртутного загрязнения Братского водохранилища.

Ключевые слова

Водные экосистемы, антропогенное воздействие, загрязнение ртутью, Ангара.

Теория

Ангара - единственная река, вытекающая из озера Байкал. Каскад Ангарских водохранилищ (Иркутское, Братское, Усть-Илимское, Богучанское) входит в одну из крупнейших мировых водных систем. Положение верхней части Ангары (Братского водохранилища) можно охарактеризовать как наиболее уязвимое, что обусловлено сосредоточением в его чертах промышленных центров и населения Иркутской области. Ангара является объектом различных гидробиологических и геохимических исследований. Особую ценность имеют работы П.В. Коваль и др. в разработке проблемы влияния техногенного ртутного загрязнения водных экосистем Братского водохранилища [3]. Шевелева Н.Г., Пастухов М.В. и др. в своих исследованиях акцентировали внимание на изучении видового разнообразия планктонных организмов и его биохимических особенностей в Братском водохранилище [4,7]. Объектом гидробиологических исследований Ебраевой Э.А., Сафронова Г.П. выступали донные беспозвоночные реки Ангары [2]. Ключевыми авторами многолетних биологических исследований Ангары и Братского водохранилища являются – Пронин Н.М., Матвеев А.Н., Юрьев А.Л., результаты исследований которых позволяют определить сформировавшиеся условия обитания гидробионтов [6,8]. Некоторые современные черты структуры и разнообразие орнитофауны верхнего участка Братского водохранилища впервые приведены в исследованиях В.В. Попова и др. [5]. На фоне широкого разнообразия работ по отдельным проблемам биологии, гидробиологии и геохимии в настоящее время назрела острая необходимость систематизации результатов вышеперечисленных исследований. В связи с этим особое внимание следует уделить изучению ценотических связей, поскольку их структура позволяет наиболее полно оценить современное состояние биогеоценозов. На основании пищевых цепей можно построить пищевую сеть, характеризующую взаимодействие организмов в водных экосистемах. Построение пищевой сети рассматривается как способ выявления возможных путей миграции веществ и опасных токсикантов, одновременно демонстрируя наиболее уязвимые сообщества организмов биогеоценоза. Целью настоящего исследования является изучение структурно-функциональной организации водных экосистем верхнего течения Ангары и рассмотрение основных факторов антропогенного воздействия. Объектом исследования стали доминантные виды в биогеоценозе верхнего течения Ангары.

Анализ опубликованных исследований свидетельствует о биотопическом распределении видов в биоценозе. Таким образом, продуцентами в биогеоценозе выступают фитопланктонные организмы (*Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*), водоросли (*Cladophora glomerata* (L.) Kutz) и доминирующие в сообществе водных растений макрофиты (*Potamogeton perfoliatus* и *Elodea canadensis*). Их органическое вещество употребляют консументы первого и второго порядка: зоопланктонные организмы и рыбы. Положение донных организмов в трофической цепи обуславливает его важное значение в формировании последующих трофических уровней. Основу доминирующего комплекса составляют хирономиды, олигохеты и амфиподы. Из хирономид наибольшая встречаемость у *Pagastia lanceolata* и *Potthastia gaedi* [2]. В численности и биомассе зоопланктона преобладают коловратки (наибольшая численность у *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *A. Priodonta*) и ракообразные – ветвистоусые (*Daphnia galeata*) и веслоногие рачки (*Cyclops kolensis*) [7]. Нектон характеризуется большим разнообразием видов, из доминирующих представителей можно выделить: речной окунь (*Perca fluviatilis*), плотва (*Rutilus rutilus*), щука (*Esox lucius* Linnaeus), сибирский елец (*Leuciscus leuciscus baicalensis*), сибирский хариус (*Thymallus arcticus*). Зоопланктон питает последующие трофические уровни, в том числе консументов второго порядка – плотву и окуня. Являясь эврифагом, плотва использует в своей структуре питания растительную пищу, зоопланктонные и бентосные организмы. Окунь Ангары – хищник-эврифаг. Его кормовая база основывается на потреблении рыбы, планктона и бентосных организмов в различных соотношениях [8]. Консументы 2-го порядка обеспечивают питание представителей последующего уровня. Щука – типичный хищник, в рацион которого входят практически все виды рыб, обитающие в биотопе, также в питании щуки отмечаются мышевидные грызуны, птенцы водоплавающих птиц и личинки амфибиотических насекомых [6]. Доминирующие виды водоплавающих птиц – большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), сизая чайка (*Larus canus*) регулируют численность ихтиофауны [5]. Сизая чайка (*Larus canus*) по типу питания близка к эврифагам, питается рыбой, различными водными организмами, падалью, отбросами, меньше — растительной пищей. Большой баклан (*Phalacrocorax carbo*) относится к высшим хищникам рассматриваемой трофической цепи, его питание характеризуется в большей степени сорowymi видами рыб (*Rutilus rutilus*, *Leuciscus leuciscus baicalensis*, *Perca fluviatilis*).

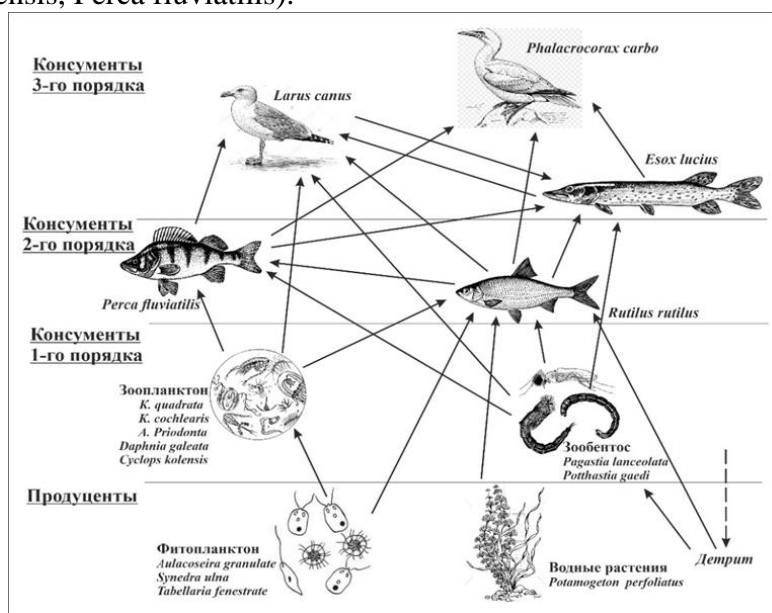


Рисунок 1. Трофическая сеть

Трофические связи различных организмов в биогеоценозе имеют решающее значение в формировании экосистемы, обеспечивая ее устойчивость, что обусловлено зависимостью каждого последующего трофического уровня от предыдущего. Совокупность физических и химических факторов среды формируют естественные условия развития и существования экосистемы. Важный показатель состояния водной среды – процесс эвтрофирования – чрезмерного повышения биогенных элементов, сопровождающегося ростом биологической продуктивности. Современный трофический статус обуславливается, прежде всего, антропогенным воздействием, значимость которого лишь возрастает. Антропогенная эвтрофикация связана с поступлением в водоемы в первую очередь азота (*N*) и фосфора (*P*). Главным источником поступления агентов эвтрофирования в экосистему – смыв неорганических удобрений и продуктов жизнедеятельности с сельскохозяйственных и животноводческих территорий. Процесс антропогенного эвтрофирования характеризуется обильным ростом фитопланктонных организмов и водной растительности, сопровождающийся изменениями в структуре биоценозов. По концентрации биогенных элементов и развитию фито- и зоопланктона ангарская часть Братского водохранилища относится к водоемам мезотрофного типа, в то же время, в ряде заливов уже наблюдаются черты эвтрофирования [9]. Важную роль в устойчивости экосистемы играет состояние самой среды. Анализ результатов исследований Г. П. Сафронова и Э. А. Ебраевой свидетельствует о воздействии на водные экосистемы Ангарским каскадом гидроэлектростанций, его гидрогеологических особенностей [1]. Колебания уровня режима сопровождаются изменениями в сообществах донных беспозвоночных и рыб. Так, например, значительная сработка уровня в весенне-летний период препятствует успешному естественному воспроизводству рыб в мелководных зонах. Авторы утверждают: изменение численности и биомассы зообентосных организмов в 1991-1992 гг. преимущественно мелководных участков Братского водохранилища вызваны понижением уровня воды на 5,9 м в 1990 г. В численности организмов прослеживалась отрицательная динамика, - показатели были в два раза ниже по сравнению с предыдущими годами. Резкое снижение численности зообентоса, как основной кормовой базой рыб бентофагов, может сопровождаться изменениями в структуре некоторых консументов 2 порядка.

Большое внимание специалистов на современном этапе научных исследований уделяется проблеме геохимического загрязнения водных экосистем Ангары. Одним из наиболее распространенных и мощных загрязнителей в Ангаре и Братском водохранилище выступает ртуть (*Hg*). Процесс распространения токсиканта вызван деятельностью комбината «УсольеХимпром», его цехом ртутного электролиза. По данным исследований общее поступление ртути в реку Ангару составило величину порядка 88 т, из которых почти три четверти было аккумулировано донными отложениями верхней части Братского водохранилища [3]. Токсичность ртути выражена в ее свойстве образовывать метилированные формы, способные проникать через мембраны клеток и связываться с белками. Аккумулируясь в живых организмах, в процессе биомагнификации осуществляется трофический перенос ртути, сопровождающийся увеличением ее концентраций на каждом последующем уровне пищевой цепи. Например, при питании зообентосных организмов детритом, содержание в них метилртути увеличится по отношению к донным осадкам. Затем переходя по пищевой цепи к следующим консументам (донные рыбы) концентрация метилртути в их организмах также увеличится. По мере прохождения в биологических циклах ртуть поражает всю экосистему. Многолетние наблюдения специалистов свидетельствуют о продолжении процесса распространения метил формы ртути по трофическим цепям

после закрытия цеха ртутного электролиза в 1998-1999 гг. [3]. Подтверждением тому являются данные о содержания ртути в мышцах некоторых видов гидробионтов (плотва, окунь) верхнеангарской части Братского водохранилища. Несмотря на прекращение поступления ртути в Ангару и снижение ее содержания в составе водной среды наблюдаются аномальные концентрации элемента в мышцах рыб. Наибольшие концентрации в период 1992-1998 гг. в сравнении с ПДК для мирных (0,3 мг/кг) и хищных (0,5 мг/кг) видов рыб отмечаются в верхней части Братского водохранилища. Значения характеризуются превышением в 2,2-4,5 раза. Данные временного периода 2001-2005 гг. свидетельствуют о снижении концентраций ртути, однако некоторые результаты все же превышают установленные уровни допустимого воздействия. Воздействуя в первую очередь на наиболее чувствительные и уязвимые виды гидробионтов, подобное техногенное загрязнение приводит к снижению количества видов и нарушает структурно – функциональные показатели. Если виды были доминирующими, то их выход из структуры сообщества приводит к нарушениям и крупным перестройкам структуры всей системы.

Выводы

Современное состояние водных экосистем Ангары характеризуется геохимическим загрязнением ртути и нарушением трофических связей. Наиболее уязвимые сообщества биогеоценозов – рыбы бентофаги и эвфаги, что обусловлено их биотопическим распределением и характером питания. Для наиболее детальной оценки необходим дальнейший мониторинг гидробионтов и водной среды реки Ангары и Ангарского каскада в целом.

Библиография

1. Ебраева Э.А., Сафронов Г.П. Донные беспозвоночные мелководий Балаганского расширения (Братское водохранилище). // Иркутск, 2013. С. 105 - 108.
2. Ебраева Э.А., Сафронов Г.П. Хирономиды (Diptera, Chironomiadae) реки Ангары и ее водохранилищ // Иркутск, 2004. С. 326.
3. Коваль П.В., Бутаков Е.В., Виноградова Т.П., Пастухов М.В., Удодов Ю.Н. Ртуть в биогеохимическом цикле Братского водохранилища и экологические последствия ртутного загрязнения // Москва, 2008. С. 74 - 82.
4. Пастухов М.В., Гребенщикова В.И., Шевелева Н.Г., Биохимические особенности накопления ртути планктоном Братского водохранилища, 2009. С. 43-44.
5. Попов В.В., Жовтнок, П.И., Холин А.В. Результаты учета околородных птиц в верхней части Братского водохранилища, 2012. С. 92-94.
6. Пронин Н.М., Матвеев А.Н., Самоусенок В.П. и др. Рыбы озера Байкал и его бассейна // Улан-Удэ, 2007. С. 55
7. Шевелева Н.Г., Пастухов М.В. Зоопланктон Братского водохранилища 2006-2007 г.г. // Отделение Биологии, Москва, 2009. С. 13.
8. Юрьев А. Л., Пастухов М.В. и др. Биологическая характеристика окуневых рыб верхнего участка Братского водохранилища в современный период // Иркутск, 2010. С. 58-59.

Эффективность преобразования электромагнитного излучения и современные глобальные проблемы жизни на Земле

Чукова Ю.П. (Краснопресненский региональный фонд охраны природы и здоровья населения, y.chukova@mtu-net.ru)

Аннотация

Обсуждение проблем биосферы и ноосферы со времён Вернадского претерпело существенные изменения. Во второй половине XX века появился новый термодинамический метод, который позволил не только закрыть некоторые давние проблемы биосферы, но высказать предположения, связанные с будущим нашей цивилизации.

Ключевые слова

Термодинамика, эндоэргические процессы, закон Вебера-Фехнера

Теория

Жизнь на Земле существует благодаря солнечному излучению, которое имеет более точное название – электромагнитное излучение (ЭМИ). Оно привело к коренному преобразованию нашей цивилизации за счёт гигантского рывка вперёд техники и разнообразных технологий. Хорошая изученность электромагнитного излучения, основанная на работах М.Планка, А.Эйнштейна [1] и Л.Ландау, позволила сформулировать основной закон эффективности (КПД) η преобразования ЭМИ в другие виды энергии, в том числе в энергию живых существ. Вся биосфера – результат такого преобразования [2]. Анализ формулы эффективности преобразования ЭМИ позволяет закрыть многие научные проблемы и дать некоторый прогноз на будущее.

Рассмотрена открытая термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой не только энергией (электромагнитное излучение и тепло), но и веществом (разнообразные реагенты и продукты) [3]. На основе закона сохранения энергии и уравнения баланса энтропии в стационарном состоянии системы получаем для КПД η

$$\eta = 1 - T (\dot{S}_a + \dot{S}_i) / \dot{W}_a$$

где T - температура системы, \dot{W}_a - поток поглощённой энергии, \dot{S}_a - поток энтропии поглощённого излучения, \dot{S}_i - скорость генерации энтропии вследствие необратимости.

По этой формуле рассчитываем и термодинамический предел КПД η^* и реальные КПД η , учитывающие необратимость. Такие расчёты были выполнены для всего диапазона частот ν ЭМИ (0 – 1022 Гц) и всех реальных $E\nu$ ЭМИ на поверхности Земли.

В этой статье будут представлены результаты для высокочастотного диапазона, (видимый свет, ультрафиолет, рентген и гамма-излучение). Обилие экспериментальных результатов в этой области позволило объяснить ряд застарелых проблем современного естествознания. Важно подчеркнуть, что метод оказался продуктивным даже в том

случае, когда к изучаемому процессу никто никогда не применял понятие эффективности (КПД), и даже более того, неясно, как оно может быть введено.

К примеру, возьмём зрение человека. Глаз человека изучен очень хорошо. Медики лечат любые глазные заболевания. Спектральные характеристики глаза стандартизованы на международном уровне. И, тем не менее, более ста лет нет ответа на некоторые вопросы. Я назову три главных: 1) Какой зависимости подчиняется рабочая характеристика глаза (закону Вебера-Фехнера или степенным функциям Стивенса)?

2) Почему чувствительность глаза равна нулю в области ИК излучения, на которую приходится максимум излучения Солнца? 3) Почему существует эффект Пуркине?

На них термодинамика даёт единый исчерпывающий ответ [4], который представлен на рис. 1, где термодинамический предел КПД η^* преобразования энергии ЭМИ в свободную энергию Гельмгольца дан как функция логарифма спектральной плотности поглещённого излучения E_ν для четырёх длин волн излучения. Видимый диапазон представлен граничными длинами волн (400 и 780 нм), а 1500 и 3000 нм – это ближнее инфракрасное излучение. На рис.1 (полулогарифмический масштаб) мы видим прямые линии. А это означает, что зависимость функции (η^*) от параметра (E_ν) является логарифмической. Так получен ответ на первый вопрос: рабочая характеристика глаза человека описывается законом Вебера-Фехнера.

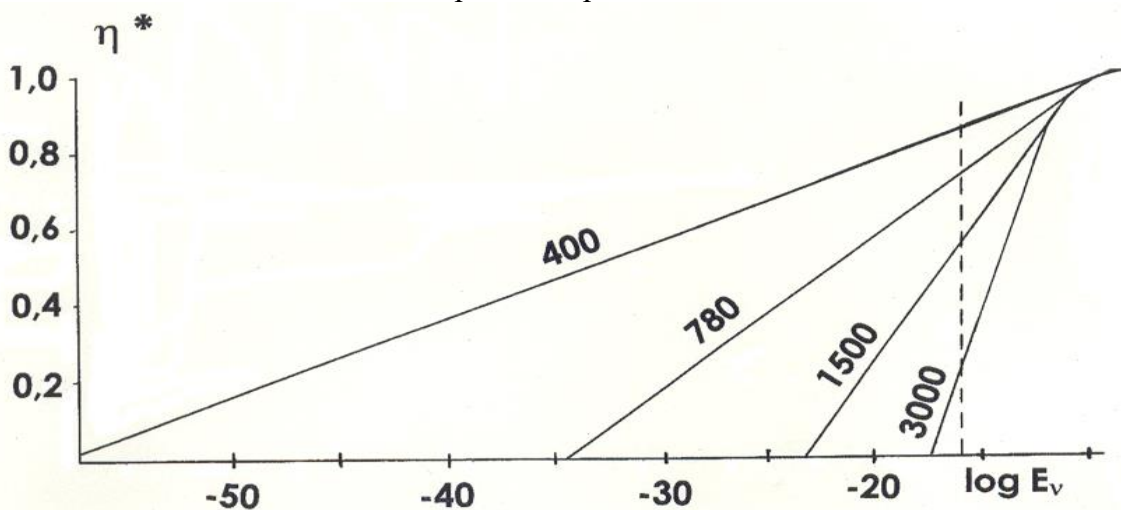


Рисунок 1. Предел КПД η^* для 4 длин волн

Вертикальный пунктир обозначает максимальную спектральную плотность солнечного излучения в летний безоблачный полдень у поверхности Земли, но за пределами атмосферы (солнечная постоянная 0, 139 Вт/см²). Он показывает, что к процессам на Земле имеет отношение только левая часть рисунка. Из него видно, что термодинамика запрещает преобразование ИК излучения в свободную энергию для всех длин волн выше 3000 нм даже для обратимых процессов. Для необратимых процессов запрет будет ещё более жёсткий. Это ответ на второй вопрос.

При переходе ото дня к ночи интенсивность солнечного излучения падает на 15-20 порядков, и перпендикуляр ползёт влево, постепенно выводя из процесса преобразования не только всё ИК излучение, но и красное излучение. А это ответ на третий вопрос, почему существует сдвиг Пуркине. Таким образом, квантовая

термодинамика просто и ясно отвечает на все три вопроса даже в пределах обратимости процессов.

Но все процессы на Земле необратимы. Результат учёта необратимости показан на рис. 2 (левая часть), где сплошной линией представлен термодинамический предел КПД. Л. Онсагер (Нобелевская премия по химии 1968 года) показал, что при слабых воздействиях необратимость пропорциональна величине воздействия. Учёт линейной необратимости сдвигает величину КПД в сторону более низких значений (пунктирные линии), но не изменяет форму линии, т.е. закон Вебера-Фехнера справедлив и для сферы необратимых процессов. Однако при очень сильных воздействиях скорость генерации энтропии (необратимость) становится сверхлинейной, и КПД процесса показывает спад (штрих-пунктирная линия). Здесь мы впервые видим, что функциональная зависимость реального КПД η оказывается сильно отличной от термодинамического предела КПД η^* .

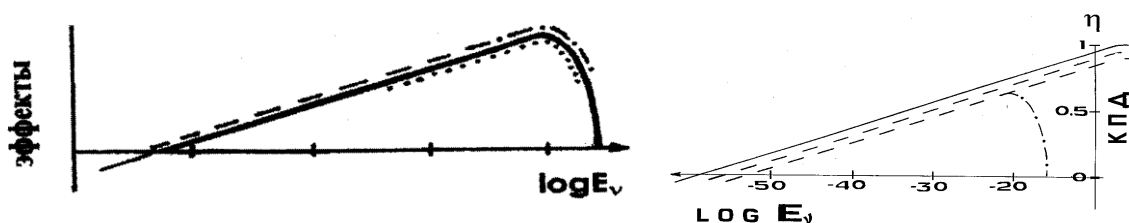
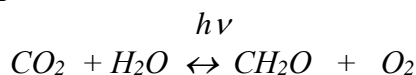


Рисунок 2. Функциональная зависимость η с учётом необратимости

В этой области закон Вебера-Фехнера уже не работает. Глаз реагирует на это болевыми ощущениями. Для снятия их служат солнцезащитные очки. Они снижают поток света, попадающий в глаз, и возвращают его в комфортные условия работы.

Следующий пример - фотосинтез растений [5]. Он занимает второе место по степени изученности процессов в живых системах, и это единственная область в фотобиологии, где используется понятие эффективности процесса. Более того, борьба за повышение эффективности фотосинтеза – это основная задача современных исследователей, потому что фотосинтез – всеобщий кормилец на Земле. Реакцию фотосинтеза представляют уравнением



Она может протекать в двух направлениях. Фотосинтезом называется процесс создания углеводов при протекании реакции слева направо. Именно в этом процессе создаётся (запасается) свободная энергия, которая в дальнейшем может быть превращена в разнообразную работу. В термодинамике процесс, сопровождающийся возрастанием свободной энергии, называется эндоэргическим. Противоположный процесс, текущий справа налево называется экзоэргическим. Это темновое дыхание растений. Та интенсивность света, при которой реакция не течёт ни в ту, ни в другую сторону называется компенсационной точкой по освещённости.

Компенсационная точка – это точка начала эндоэргического процесса. На рис 1 и 2 это точка пересечения линии КПД с осью абсцисс. Для необходимого нам понимания сути дела важно положение на оси энергии компенсационных точек разных изученных фотосинтезирующих объектов, а точнее значение термодинамического предела КПД для них в этих точках. Они составляют 70% для одноклеточных водорослей, 73 % для тенелюбивых растений и 76 % для светолюбивых растений. Иными словами, в процессах

фотосинтеза большая часть энергии уходит на экзоэргические процессы, которые не связаны с возможностью запасать свободную энергию и производить работу, а поэтому для физика не важны.

Важно отличие этих значений от максимального термодинамического предела КПД, который в условиях земного освещения не может превышать 82 %. Опираясь на это значение, можно утверждать, что КПД фотосинтеза светлюбивых растений не может превышать 6 % ($82 - 76 = 6$), тенелюбивых растений 9%, а одноклеточных водорослей 12 % ($82 - 70 = 12$). Здесь лежит ответ на вопрос, почему за три десятилетия учёным не удалось увеличить урожайность риса. Природа за миллионы лет сумела использовать всё, что разрешено термодинамикой [6].

Третий пример из биосферы – это фотодвижение простейших организмов (фототаксис). Оно бывает положительным (когда организм стремится к свету) и отрицательным (когда организм убегает от света). Биологи смогли объяснить положительные эффекты, зафиксировав логарифмическую зависимость (закон Вебера-Фехнера), но не смогли понять отрицательные эффекты. Не ясно, почему эвглена сначала стремится к источнику света, потом останавливается и старается удалиться от источника.

Рис.2 (правая сторона) суммирует вышеизложенное. На нём пунктиром показан динамический диапазон работы глаза человека, перекрывающийся со штрих-пунктиром области фотосинтеза. Результаты исследования фотодвижения простейших организмов могут оказаться в любом месте на сплошной линии, которая является теоретической кривой. Эти результаты разнообразны и иногда сложны, но все они демонстрируют строгую подчинённость protozoa законам термодинамики [3, 6].

Точками на рис.2 показана эффективность солнечных батарей [5]. Совокупность результатов рис.2 показывает, что законы термодинамики в равной мере применимы как к живым, так и к неживым системам. И здесь начинается самое интересное.

Неживые физические устройства преобразования солнечной энергии в свободную энергию (солнечные батареи) так просты, что позволяют понять ход процесса при разных уровнях внешнего солнечного воздействия. Если воздействие слабое, то солнечное излучение частично преобразуется в свободную энергию, а частично – в тепловую энергию, которую физики считают потерями. Для нас сейчас важно, что на протяжении всего линейного участка кривой рис.2 соотношение этих двух рукавов преобразования энергии (рукав свободной энергии и рукав тепловой энергии) остаётся постоянным. Это интервал устойчивого функционирования системы.

При сильном воздействии на систему этот паритет нарушается, и в тепло преобразуется постепенно всё большая часть энергии. И если рост поглощения энергии не остановить, то система выйдет из строя. Это отчётливо демонстрируют солнечные батареи. А когда суть понята, легче уяснить ситуацию в живых объектах. Отрицательное фотодвижение – это самозащита, самый надёжный способ выживания.

И здесь встаёт вопрос, является ли вышеописанный закон термодинамики столь же жёстким диктатором в популяции живых объектов. Вполне отчётливый ответ на него дают всё те же простейшие организмы на примере вертикальной зональности жизни в океане. На глубине 10 метров живут зелёные водоросли. До глубины 25 метров располагаются бурые водоросли, а на глубине до 100 метров обитают красные

водоросли. Каждая отдельная особь находит максимальные условия комфорта для себя. А комфорт отдельной особи – залог комфорта всей популяции.

Такой идеальной ясности в ноосфере нет [2]. Но сам факт совпадения результатов термодинамического расчёта с выводами Римского клуба при рассмотрении одной и той же системы [6], которая у экономистов именуется глобальной экосистемой, позволяет сделать некоторые заключения и выдвинуть новую идею в науках о Земле.

Выводы

Идея может быть сформулирована следующим образом. Слабое потепление климата – первый и самый надёжный индикатор того, что глобальная термодинамическая система планеты Земля достигла оптимума своего существования. Дальнейшее устойчивое потепление говорит о том, что система переходит в фазу упадка. Логическим следствием изменения температуры является изменение положения границы эндоэргических и экзоэргических процессов разнообразных живых систем, что переводит в состояние активности микроорганизмы, которые живут, подчиняясь строгим законам термодинамики. Именно эта подчинённость сначала обеспечивает рост эпидемии или пандемии, а затем при достижении максимума губительного эффекта её неизбежный спад. Причиной всех глобальных неприятностей на Земле является чрезмерное суммарное потребление энергии, которое, безусловно, поддаётся регулированию, как на местном, так и на международном уровне.

Библиография

1. А.Эйнштейн. Собрание научных трудов, т.3, с.92-107, М. Наука, 1966.
2. Владимир Вернадский. М.Современник, 1993.
3. Ю.П.Чукова. Введение в квантовую термодинамику необратимых изотермических процессов. М.Мегаполис, 2018.
4. Ю.П.Чукова. Загадки зрения. 1990. М. Знание.
5. Ю.П. Чукова. Неожиданное родство. М. Знание, 1991.
6. Ю.П.Чукова. От М.Планка, А.Эйнштейна и Л.Ландау до Римского клуба. М. Мегаполис, 2020.

Проблемы загрязнения окружающей среды
Экзарьян В.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет*
имени С. Орджоникидзе (МГРИ), vnekzar@rambler.ru)

Аннотация

Статья рассматривает основные проблемы загрязнения окружающей среды. Показаны пути попадания загрязняющих веществ в окружающую среду. Описаны виды загрязнений и их последствия. Выделены факторы, определяющие тяжесть воздействия на окружающую среду. Указаны пути нейтрализации негативных последствий загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова

Загрязнение окружающей среды, экология, реабилитация природной среды, природно-техногенные системы

Теория

Использование человеком материальных и энергетических ресурсов Земли достигло “запретной черты”, “пределов роста”, гомеостатических границ, пределов устойчивости. Переход через эти пределы приведет к глобальной катастрофе — деградации и уничтожению биосферы. Многие потоки ресурсов и загрязнений уже сейчас в отдельных регионах Земли вышли за пределы устойчивости.

В докладе ученых Римскому клубу (1992) отмечается, что основные причины выхода за пределы всегда одинаковы. Во-первых, это стремительность развития событий, быстрота перемен. Все основные элементы глобальной системы: численность населения, промышленное производство, потребление природных ресурсов и загрязнение окружающей среды — увеличиваются экспоненциально. По существу, экспоненциальный рост предопределяет движение мировой цивилизации к физическим пределам Земли. Второй причиной является наличие ограничений или пределов, за которыми эти события (процессы, изменения и т. д.) не должны продолжаться. Размеры Земли конечны, поэтому любой материальный рост, включая человеческую популяцию, промышленность и т. д., не может продолжаться вечно. В-третьих, трудности контроля за событиями, возникающие из-за недостоверности данных, запаздывания обратной связи, неполной информированности и медленной ответной реакции.

Современная цивилизация зависит от наличия и интенсивности потоков энергии и материалов, необходимых для существования человеческой популяции и нормального функционирования ПТС. Эти потоки как показано на рис. 1 обеспечиваются природными ресурсами Земли, а постоянно образующиеся отходы и загрязнения поступают назад в землю.



Рисунок 1. Потоки энергии и материалов

С экологических позиций загрязнению можно дать следующее определение: загрязнение окружающей среды есть любое внесение в ту или иную экологическую систему (биогеоценоз) несвойственных ей живых или неживых компонентов или структурных изменений, прерывающих круговорот веществ, их ассимиляцию, поток энергии, вследствие чего данная экосистема разрушается или снижается её продуктивность.

В окружающую природную среду загрязняющие вещества попадают двумя путями: естественным (извержение вулкана) и искусственным (в результате хозяйственной деятельности). Естественные загрязняющие вещества разносятся по обширной территории и в результате природных процессов их концентрация снижается до безопасного уровня за счет растворения или разложения. По существу эти загрязняющие вещества участвуют в биогеохимических круговоротах.

Техногенное загрязнение приурочено к сильно урбанизированным промышленным территориям, где сосредоточены большие объемы загрязняющих веществ высокой концентрации в почвах, приповерхностной атмосфере и водах. Виды загрязняющих веществ весьма разнообразны. Так, сегодня в мире в повседневном пользовании находится более 70 тыс. различных синтетических химических веществ. По данным Агентства охраны окружающей среды США более половины из 80 тысяч химических веществ, находящихся в продаже, вредны или потенциально вредны для здоровья человека. Некоторые из них, как ДДТ (пестицид), полихлордифенилы, большинство пластиков очень медленно разлагаются в естественных условиях. Токсичные соединения ртути и свинца вообще не обезвреживаются.

Последствия загрязнений различны. Во-первых, неприятный запах и вкус, загрязнение зданий и сооружений, снижение прозрачности воздуха.

Во-вторых, нанесение экономического ущерба различным реципиентам природной среды:

- природно-техническим системам — коррозия фундаментов сооружений, разрушение металлоконструкций;
- растительному и животному миру — снижение продуктивности лесов и продовольственных культур, возникновение эпидемий и вымирание животных;
- человеку — возникновение инфекционных заболеваний, раздражение и болезни дыхательных путей, раковые заболевания и т. д.

В-третьих, нарушение жизнеобеспечения систем различных иерархических уровней (изменение климата, снижение или увеличение скорости круговоротов веществ и энергии и т. д.).

Выделяют непосредственные и косвенные объекты загрязнения. К непосредственным объектам загрязнения (акцепторам загрязняющих веществ) относятся: основные компоненты экотопа (атмосфера, почвы и гидросфера) и природные ресурсы. Косвенными объектами загрязнений (жертвами загрязнений) являются: составляющие биоценоза (растения, животные, микроорганизмы), ПТС и человек.

Выделяются следующие виды загрязнений:

- Биологическое — загрязнителем являются организмы, привнесение и размножение которых несёт нежелательный характер как для человека, так и для экосистем в целом. Проникновение может идти естественным путём, а в некоторых случаях является следствием деятельности человека. В качестве составной части выделяют микробиологическое загрязнение. Биологическое загрязнение может быть причиной опасных эпидемий. Так, в Дагестане в 1994 г. массовые заболевания холерой были вызваны загрязнением воды неочищенными бытовыми стоками, содержащими возбудитель холеры.
- Механическое — загрязнение химически и физически инертным мусором среды, которое, как правило, приводит к ухудшению её качеств и оказывает влияние на обитающих в ней организмов. В реальности механическое загрязнение идёт в совокупности с физико-химическим воздействием.
- Физическое — загрязнитель приводит к изменению физических параметров среды, среди которых температурно-энергетический (тепловое загрязнение), волновой (световое, шумовое, электромагнитное загрязнения), радиационный (радиоактивное загрязнение) и некоторые другие.
- Химическое — загрязнитель приводит к изменению естественных химических свойств среды, выражаемом в повышении их концентрации, либо к проникновению веществ, которые отсутствовали в среде раньше. Примером химического загрязнения является аэрозольное.
- Информационное – информационный шум, ложная информация, факторы беспокойства.

Выделяются три фактора, определяющие тяжесть воздействия загрязняющих веществ на окружающую природную среду:

1. химическая природа веществ, т.е. степень их активности и вредности для конкретного реципиента;
2. концентрация веществ, т. е. их содержание в единице объема воды, воздуха, почвы и т.д.;
3. уровень устойчивости веществ, т.е. продолжительности их существования в биосфере, не разлагаясь (растворяясь и т. д.).

Эти факторы характеризуют тяжесть воздействия через состояние, структуру, степень активности загрязняющего вещества.

К факторам, определяющим степень воздействия процессов, техногенеза на окружающую среду (В), относятся: численность населения (Ч); количество потребляемых природных ресурсов на душу населения (К); деградация окружающей среды и загрязнения на единицу использованных ресурсов (Д). Упрощенная модель воздействия этих факторов записывается в виде: $Ч \times К \times Д = В$. Несмотря на безусловную полезность вышеприведенной модели, следует понимать ее сильную упрощенность.

Основные причины возникновения проблем ресурсов и отходов многочисленны. Это уже отмеченное перенаселение планеты, перепотребление товаров и продуктов, демографический кризис городов, расточительное использование природных ресурсов в промышленно развитых странах, низкий экологический уровень технологий, кризис экономического и политического управления, игнорирование законов эволюции Земли и многие другие.

Сложность взаимодействия этих факторов часто приводит к возникновению серьезных социальных, экологических, экономических и политических проблем. Поэтому основной задачей современного общества является изучение этих взаимодействий и выбор оптимальных решений по переходу к устойчивому развитию.

Следовательно, к основным особенностям загрязнений окружающей природной среды и биосферы в целом относятся:

1. Различный уровень загрязнений: от локального до регионального.
2. Многочисленные виды загрязнений (биологические, химические, физические и т.д.).
3. Разнообразный состав загрязнений, и в первую очередь химических.
4. Характер последствий загрязнений.
5. Различная степень опасности загрязнений.

Выводы

Таким образом, загрязнения окружающей среды приводят к многочисленным последствиям, нейтрализация которых также является важнейшей задачей, в том числе экологической направленности. Одним из основных путей решения этой задачи является реабилитация природной среды.

Библиография

1. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методика исследований природных ландшафтов. – Смоленск: Ойкумена, 2002.
2. Медоуз Х, Медоуз Д., Рандерс Й. За пределами роста – Изд. Мысль- М., 1994.
3. Сагт Ю.В. Геохимия окружающей среды. М., 1992.
4. Экзарьян В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды. – Учебник для ВУЗов, М., Изд. «Щит-М», 2009.

**СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»**

*Оценка расходов воды в смесителе водоразборной арматуры
Дерюшев Л. Г. (МГРИ, e-mail: Derjushev13@mail.ru) Дерюшева Н. Л
(e-mail: vita_nadezhda@mail.ru) Борисова* П. А (МГРИ, e-mail: borisova_bb-
18@mail.ru)*

Аннотация

Разработан метод оценки расходов горячей и холодной воды, которые поступают из смесителя для умывальника на санитарные нужды потребителей жилых объектов. Приведены результаты лабораторных измерений и теплотехнических расчетов подачи горячей и холодной воды в смеситель умывальника.

Ключевые слова

Водоснабжение, нормирование, расходы воды, смесители санитарных приборов.

Теория

В последние годы весьма интенсивно актуализируются нормативные правила в области водоснабжения и водоотведения для зданий и сооружения [1-4]. В целях их совершенствования предлагается провести дополнительные исследования по режимам водопотребления и оценке расходов холодной и горячей воды из водоразборной арматуры санитарных приборов жилых, общественных и производственных зданий, с учетом тех результатов, которые были получены в нашей стране и за рубежом до последнего времени.

До 70-х годов, на этапе формирования отечественных и зарубежных нормативных требований по проектированию систем водоснабжения жилых, общественных и производственных зданий все применяемые для этих целей санитарно-технические приборы сводились к единому эквиваленту (в нашей стране за 1 принимался кран раковины с расходом $q=0,2$ л/с). Подобного методического подхода придерживались в США и Европейских странах. По настоящее время эти особенности учитываются требованиями СанПиН и некоторых СНиП [8, 9], по количеству и виду санитарных приборов в помещениях, режимам их одновременного действия. Однако последние изменения в строительных правилах водоснабжения и водоотведения зданий [4] существенно изменили методические подходы к расчетам расходов воды на участках внутренних трубопроводных сетей без повышения точности оценки энергетических параметров проектируемых объектов. Например, в США за расчетный расход водоразборного крана принимается величина q , галлон/мин ($3,79$ л/мин= $0,063$ л/с).

Соотношение по расходам горячей и холодной воды в смесителе для умывальника (см. рис. 1) принимается равным: $q_h/q_c = 0,25/0,75$ (для сравнения, в наших нормативах [4-6]: $q_h=q_c$, $0,2=0,2$ л/с; при температуре воды $\Delta t_o = (75_o + 10_o)/2 = 42,5_o$ (можно и ошпариться, поскольку для детских учреждений даже кратковременная подача горячей воды t_o (гор) $\leq 37_o$ недопустима [4, 9, 10]).

В справедливости отмеченных рекомендаций можно убедиться (см. табл.1), если выполнить даже элементарные замеры расходов воды, которые наблюдаются при заполнении мерных сосудов в квартире из водоразборной арматуры (крана, вентиля).

Согласно примечанию, п.5.2.2.1 СП [2-4], общий расход воды (холодной и горячей), отбираемый из системы с помощью санитарно-технического прибора, по которому отсутствуют сведения, допускается принимать: $q_o^{tot} = 0,3 \text{ л/с}$, $q_o^h = q_o^c = 0,2 \text{ л/с}$, где q_o^h , q_o^c - расходы горячей и холодной воды, соответственно, л/с.

Таблица 1.

Данные замеров расходов воды, забираемой через водоразборный кран раковины со смесителем

№	Диаметр струи, d , мм	Время заполнения емкости $W=1$ л, t , с	Расход воды q_o^Σ , л/с	Площадь поперечного сечения струи, $\omega \cdot 10^{-3}$, м ²	Примечание: степень открытия крана
1	5	27	0,037	0,0196	частичное
2	6	22	0,045	0,0282	-«-
3	7	17	0,059	0,0384	-«-
4	8	11	0,09	0,0480	-«-
5	9	9	0,11	0,0635	-«-
6	10	6	0,16	0,0785	-«-
7	11	4,5	0,22	0,0949	-«-
8	12	3,3	0,30	0,113	полное

Следует отметить, что для нормального отбора воды, с учетом минимального образования брызг и экономии воды (при наличии водомеров в квартире и здравомыслия), достаточно струи диаметром $d=7 \div 8$ мм, т.е. $q_o^\Sigma = 0,059 \div 0,09 \approx 0,06$ л/с, что в 5 раз меньше нормируемого расхода вода: $q_o^{tot} / q_o^\Sigma \approx 0,3 / 0,06 = 5$.

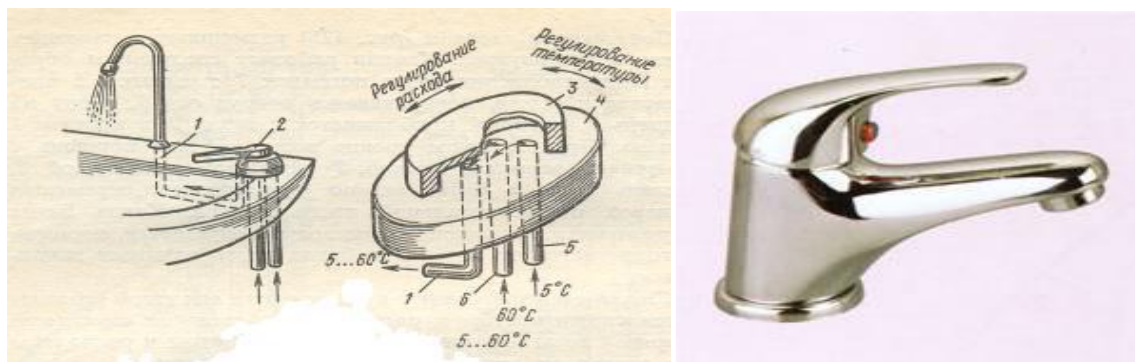


Рисунок 1. Виды смесителей для умывальников.

Отметим, не логично назначать одинаковые расходы горячей и холодной воды при наличии не только разницы их температур $\Delta t^o = 42,5^o \text{ C}^o$, но и условия, что: $q_o^h = q_o^c = 0,2 \text{ л/с}$; $q_o^{tot} = 0,3 \text{ л/с}$. Не может часть воды исчезать, если в смеситель подается, как утверждается [2-4], $q_o^{tot} = (0,2 + 0,2) = 0,3 \text{ л/с}$.

Все это обуславливает целесообразность обратиться к методикам расчета расходов воды, как это рекомендовалось ранее в нашей стране [6, 7] и за рубежом [12,13], но с частичной доработкой. В первую очередь целесообразно доработать методику

оценки вероятности действия санитарно-технических приборов на объектах с различными потребителями воды, а при назначении соотношения подачи холодной q_x и горячей $q_{гор}$ воды через водоразборный санитарный прибор основываться на теплотехнических расчетах изменения температуры $t^o_{x+гор}$ общей массы жидкой среды $Q_{(x+гор)}f(t^o_{x+гор}) = q_x f(t^o_x) + q_{гор} f(t^o_{гор})$, при $t^o_{гор} \leq 75^\circ C$, согласно п.2.4 СанПиН 2.1.4.2496 [10].

Как показали экспериментальные исследования и теплотехнические расчеты, при подаче воды $Q_{(x+гор)} = 0,3$ л/с, температурой $t^o_{(x+гор)} = 37,5^\circ C$ через смеситель водоразборной арматуры соотношение между холодной и горячей воды находится в пределах $q_x/q_{гор} = 0,56/0,44$, при $q_x = 0,17$ л/с, $t^o_x \approx 10^\circ C$, $q_{гор} = 0,13$ л/с, $t^o_{гор} \approx 65^\circ C$.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях. Расходы воды измерялись емкостным способом, а температура воды градусником - с делениями от 0° до $+100^\circ C$. Объем выборки испытаний принимался в пределах 5.

Теплотехнические расчеты воды базировались на законах термодинамики. Допускалось, что холодная и горячая вода в смесителе водоразборной арматуры перемешиваются. Холодная и горячая вода как любое тело обладают теплоемкостью.

При нагревании тела единичной массы m от температуры t^o до температуры $t^o = t^o + \Delta t^o$ ему сообщается количество тепла ΔQ . Количество тепла ΔQ , полученное телом массы m при увеличении его температуры на Δt^o , равно [14]

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta t^o, \text{ Дж} \quad (1)$$

где c - удельная теплоемкость, для воды, кДж/кг·К;

K - кельвин, $t^o C = 273,15 K$:

теплоемкость воды при $t^o = 10^\circ C$, - $c = 4,192$ кДж/ кг · К;

теплоемкость воды при $t^o = 65^\circ C$, - $c = 4,186$ кДж/ кг · К;

При тепловом взаимодействии холодной и горячей воды, количество тепловой энергии от горячей воды передается холодной. Количество теплоты, переданное слоем вещества толщины $\Delta \delta$ с площадью F при поддержании на его плоскостях разности температур Δt^o за время T , определяется по формуле [14]:

$$\Delta Q = \lambda \frac{\Delta t^o}{\Delta \delta} FT, \quad (2)$$

где λ - коэффициент теплопроводности, для воды при $t^o = 65^\circ C$, $\lambda = 0,667$ (Вт/м · К).

Время взаимодействия потоков воды в смесителе принималось в пределах $T = 1$ с, толщина слоя струйного потока $\Delta \delta = 1$ мм. Если через смеситель подается холодной и горячей воды $0,3 = 0,17 + 0,13$ л/с, то количество тепла, которое сообщается холодной воде

массой $m = 0,17$ л при изменении температуры $\Delta t^{\circ} = c 10^{\circ}$ до $32,5^{\circ}$, составит $\Delta Q = 214$ Дж.

Принимая во внимание, что:

1) струя горячего потока воды внутри смесителя отдает тепло не с одной, а с двух сторон;

2) объем этой воды равен - $W = F \cdot \Delta \delta = 0,13 \text{ л} = 0,00013 \text{ м}^3$;

3) с учетом закона сохранения энергии тепло отдается в том же количестве, что и принимается $\Delta Q_{\text{отдается}} = \Delta Q_{\text{принимается}}$ (отдается потоку холодной воды, трубе и окружающей среде) можно допустить:

$$F \cdot \Delta \delta = W \approx \frac{\Delta Q}{2 \cdot 1,25 \cdot \lambda \cdot \Delta t^{\circ} \cdot T}, \quad (3)$$

где 1,25 коэффициент, для учета отдачи тепла арматуре и в окружающую среду.

Сопоставление результатов теплотехнического расчета по формулам (2), (3) и лабораторных данных по замерам $\Delta Q_{\text{холодной}} = c_{\text{холодной}} \cdot m_{\text{холодной}} \cdot \Delta t^{\circ} \cong \Delta Q_{\text{горячей}} = c_{\text{горячей}} \cdot m_{\text{горячей}} \cdot \Delta t^{\circ}$, позволило сделать вывод о соответствии выдвинутой гипотезы о соотношении расходов горячей и холодной воды ($q_{\text{х}}/q_{\text{гор}} \approx 0,56/0,44$), при отборе воды из смесителя для умывальника.

Выводы

Разработан метод оценки расходов горячей и холодной воды, которые поступают из смесителя для умывальника на санитарные нужды потребителей жилищно-коммунального хозяйства.

Библиография

1. Дунин - Барковский И.В. и Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть). //Технико-теоретической литературы.1955. С.17-80
2. Конюшков А.М. Водопотребление и состояние водоснабжения в зарубежных странах. // ЦИНИС, 1958. С. 2-35
3. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике.//Издательство "Наука".1976.С.60.
4. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. М., 2010
5. СанПиН 2.1.4.2496. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. М., 2009
6. СНиП I - Г. 2-62. Внутренний водопровод производственных и вспомогательных зданий. Нормы проектирования. М., 1962.

7. СНиП I - Г. 1-62. Внутренний водопровод жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. М., 1962.
8. СНиП 2.04.01. -85*. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 1996.
9. СП 30.13330 -2016. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2017.
10. СП 30.13330 -2016. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2019.
11. СП 30.13330 -2020. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2020.
12. СП 31. 1330-2012. "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". 2019.
13. СП 44.13330.2010. "Административные и бытовые здания". М., 2010
14. Шопенский Л.А. Методы расчёта внутренних водопроводов в США, Англии, Франции и Германии. // Информационно-издательский сектор, 1964. С. 3- 48.

К вопросу актуализации нормативных документов в области водоснабжения и водоотведения

Дерюшев* Л. Г. (МГРИ, e-mail: Derjushev13@mail.ru)

Аннотация

В целях совершенствования и актуализации нормативных документов в Российской Федерации предлагается: провести дополнительные исследования по режимам водопотребления в жилых домах и зданий промышленных предприятий; требования по водоснабжению нормировать по системному принципу взаимосвязи и единства элементов по обеспечению подачи и качества воды потребителям.

Ключевые слова

Водоснабжение, нормирование, расходы воды, жилые дома

В соответствии с Федеральным законом от 27.12.2002 г., № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1] в России активно ведутся работы по актуализации и совершенствованию отечественных нормативных документов во взаимосвязи с международными и Европейскими стандартами. В частности, актуализируются строительные правила проектирования и строительства систем внутреннего водоснабжения и канализации зданий СНиП 2.04.01-85**[2], которые именуются в настоящее время сводом правил СП [3-5]. С 1996 года было опубликовано три варианта СП [3,4,5], но работы в данном направлении продолжают продолжаться сравнительно интенсивно не только по причине формирования новых направлений в области актуализации нормирования, но и наличия нерешенных вопросов по оценке расходов воды потребителями. Оценки указанных параметров, выполненные с учетом требований СП [5] и СП [6], не редко различаются в 1,2-1,5 раза. С теоретической точки зрения оценки однозначных параметров, выполненные с учетом нормативных требований СП [5] и СП [6], должны строго совпадать, поскольку системы внутреннего водоснабжения являются элементами систем наружного водоснабжения, то и их энергетические параметры должны быть подобны или количественно пропорциональны на основании законов сохранения материи и энергии. В нашей стране и за рубежом соблюдение единства теоретических подходов к гидравлическому расчету систем водоснабжения их элементов не отвергалось, а требования нормативных документов формировались в строгой взаимосвязи. Если и выявлялись частичные расхождения между ними на начальной стадии разработки документов, то в дальнейшем выявленные несоответствия планомерно редактировались. В настоящее время подобное совершенствование нормативных документов выполняется в рамках правил их "актуализации", в частности актуализируются требования по оценке расчетных расходов воды потребителями в жилых домах.

Прежде чем переходить к анализу методов оценки расходов воды на расчетных участках трубопроводов зданий и сооружений, базируясь на единых теоретических положениях в области водоснабжения и водоотведения, необходимо разобраться в терминологии, которая применяется в инженерной практике при обосновании проектных или строительных решений. В последние годы терминология в области водоснабжения и водоотведения существенно изменилась, появление новых терминов хотя и расширили представления в данной области, но и внесли ряд противоречий.

Например, в последнем издании СП 30.13330 [5] приводится терминология по водоснабжению и водоотведению со ссылкой на нормативные документы, заведомо формально, без учета их содержания. Указание п. 3.1.5 [5] на обоснование термина "водоснабжение" по ГОСТ 19185 [13] констатирует определение: "**водоснабжение**" - "водоподготовка, транспортировка и подача питьевой или технической воды абонентам с использованием *централизованных или нецентрализованных систем холодного водоснабжения* (холодное водоснабжение) или приготовление, транспортировка и подача горячей воды абонентам с использованием *централизованных или нецентрализованных систем горячего водоснабжения* (*горячее водоснабжение*)". Приведенное в п.3.1.5 [5] уточнение уводит не только от установившейся за столетие терминологии, но и теоретических представлений в области водоснабжения и водоотведения.

Принятое ранее искажение термина в одном из нормативных документов привело к противоречиям в области оценки отбора воды потребителями из трубопроводных систем водоснабжения, с использованием арматуры санитарных приборов, перечень которых будет рассматриваться ниже. Предварительно уточним терминологию в области водоснабжения и водоотведения, которая базируется на теоретических "предложениях и рекомендациях" Абрамова Н.Н., Яковлева С.В. Карелина Я.А., Жукова А.И. [10,11,12].

Водоснабжение - совокупность мероприятий по обеспечению водой различных потребителей (населения, промышленных предприятий, транспорта, сельского хозяйства) в необходимых количествах и требуемого качества.

Система водоснабжения (водопровод) - комплекс инженерных сооружений и устройств для получения воды из природных источников, ее очистки, транспортирования к различным потребителям в необходимом количестве и требуемого качества.

Из последнего перечня определений следует, что термин "водоснабжение" (или "водоотведение") подразумевает "мероприятие", а понятие "система водоснабжения" - "совокупность элементов" (сооружений, устройств), обеспечивающих выполнение заданных ей функций. Задания по выполнению функций "системой" назначаются с учетом требований потребителей объекта, которые могут находиться в жилой местности, на промышленном предприятии, общественных или административных зданиях. В зависимости от степени объединения потребителей на объекте формируются требования водоснабжения для наружных трубопроводных сетей и сооружений [6], либо для внутренних трубопроводных сетей, устройств [7, 8, 15]. Требования по подаче воды назначаются с учетом единой нормы удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды (см. таб.1 п.5.1 [6]), которая включает расход не только холодной, но и горячей воды. Если нормируются требования по выполнению функций системой, то учитываются все потребители, независимо от того, где они будут находиться в здании, в больнице, на производстве, все потребители нуждаются в холодной и горячей воде. Когда рассматривается часть объекта (здание или промышленное сооружение), то она рассматривается как элемент общей системы водоснабжения без отрыва от задач (Заданий), которые назначаются для всей совокупности элементов. Не понятно, какая "*централизованная система горячего водоснабжения для целей питьевого водоснабжения*" нормируется правилами [2-5]?

Система водоснабжения - единая, она может иметь отдельные подсистемы, как система подачи и распределения воды для города, система подачи и распределения воды (см. рис. 1) для отдельных зданий и сооружений [6, 7].

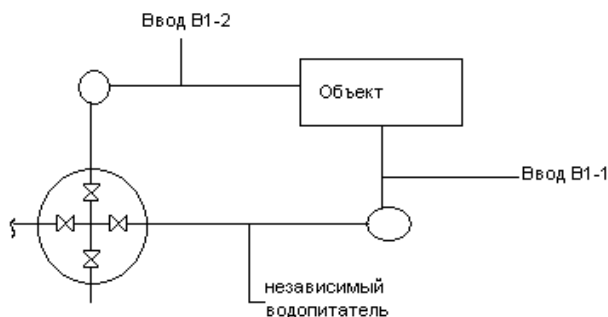


Рисунок 1. Элемент системы водоснабжения. Система подачи и распределения воды для потребителей жилого дома

У каждой подсистемы свои трубопроводы, оборудование, устройства, но все они нацелены на выполнение единой задачи по обеспечению требований потребителей. Если у отдельных потребителей отдельной подсистемы водоснабжения имеются дополнительные требования по подаче и качеству воды, то в ней предусматриваются дополнительные устройства и оборудование (насосы, предохранительные устройства, фильтрующие устройства, устройства и оборудование для подогрева воды), которые обеспечивают дополнительные заданные функции. Качество питьевой воды одинаково соблюдается как для холодной, так и для горячей воды, а общее их количество не отличается от единых нормируемых пределов. Целесообразно соблюдать единый или системный подход к нормированию правил проектирования водоснабжения объектов: городов, жилых и общественных зданий, промышленных предприятий. Например, "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения", "Водоснабжение. Внутренние сети и устройства жилых зданий", "Водоснабжение. Внутренние сети и устройства общественных зданий"; по аналогии - "Канализация. Внутренние сети и устройства жилых зданий". Во всяком случае, подобный подход к нормированию требований функционирования объектов водоснабжения соответствует правилам оценки надежности любых технических объектов, в том числе и систем водоснабжения [9,10,11]. Деление системы на элементы обуславливается необходимостью поэтапного рассмотрения объекта, но цель решения задачи остается неизменной, единой. Нарушение принципа системного рассмотрения объекта и единства правил нормирования требований по выполнению поставленных задач неизбежно приводит к искажению проектных решений и оценок.

Вывод

В сложившихся условиях актуализации нормативных документов в Российской Федерации предлагается: требования по водоснабжению и водоотведению нормировать по системному принципу анализа и оценки технических объектов, с целью соблюдения их взаимосвязи и единства требований обеспечения подачи и качества воды потребителям.

Библиография

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 30.13330 -2016. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2019
5. СП 30.13330 -2020. "Внутренний водопровод и канализация зданий". 2020
6. СП 31. 1330-2012. "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". 2019
7. СНиП I - Г. 1-62. Внутренний водопровод жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. М., 1962
8. СНиП I - Г. 2-62. Внутренний водопровод производственных и вспомогательных зданий. Нормы проектирования. М., 1962
9. Дунин - Барковский И.В. и Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть). //Технико-теоретической литературы.1955. С.17-80
10. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. //Стройиздат. 1974.С. 6
11. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. //Стройиздат. 1979.С.5-232
12. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. //Стройиздат. 1976.С. 6-632
13. ГОСТ 19185-73. Гидротехника Основные понятия. Термины и определения. 1973
14. СНиП 1-2. Строительная терминология. Общие положения.1980
15. Федеральный закон "О водоснабжении и водоотведении" № 416-ФЗ от 7.12.2011
16. Постановление Правительства Российской Федерации "О схемах водоснабжения и водоотведения" № 782 от 5.09.2013

Исследование эффективности применения органических коагулянтов для осветления мутных вод

Гандурина Л.В.* (МГРИ, gand2@yandex.ru) Маиштакова Е.В. (МГРИ, gand2@yandex.ru) Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru)

Аннотация

Рассмотрена эффективность применения органических коагулянтов марок: ВПК 402, Каустамин 15 и Биопаг, для снижения мутности воды, обусловленной тонкодисперсными глинистыми частицами с гидравлической крупностью менее 0,01 мм/с. Установлено, что наибольшей коагулирующей способностью обладает ВПК 402, характеризующей самой высокой молекулярной массой. Показано, что доза коагулянта не превышает 0,4 мг/л при увеличении мутности исходной воды до 750 мг/л. Максимальное снижение мутности воды отстаиванием с применением органических коагулянтов наблюдается при продолжительности хлопьеобразования 20 мин, при которой 83-84 % образующихся хлопьев имеют гидравлическая крупность от 0,2 до 0,8 мм/с.

Ключевые слова

Осветление воды, мутность, гидравлическая крупность, органические коагулянты, хлопьеобразование, отстаивание.

Неорганические коагулянты (соли алюминия и железа) являются наиболее распространенными реагентами, применяемыми для очистки мутных природных вод. К недостаткам неорганических коагулянтов относится зависимость эффективности их применения от температуры, щелочности и рН воды, вторичное загрязнение воды ионами алюминия.

Альтернативой является использование органических коагулянтов - полиэлектролитов, одновременно обладающих свойствами коагулянта и флокулянта. Коагуляционные свойства определяются наличием положительно заряженных групп в каждом элементарном звене макромолекул органического коагулянта, флокуляционные - достаточно высокой молекулярной массой, от 30 тысяч до миллиона. Из отечественных представителей этих групп органических коагулянтов известны Каустамин 15, ВПК 402, Биопаг (Полисепт Метацид), которые выпускаются преимущественно в виде 20-40 % водных растворов и применяются обычно совместно с неорганическими коагулянтами.

В этой связи целью данной работы было изучение эффективности самостоятельного применения органических коагулянтов для очистки мутных вод в зависимости от вида коагулянта, мутности очищаемой воды, параметров коагулирования и отстаивания.

Исследования проводились на модельных водах, содержащих тонкодисперсную глинистую взвесь, 90 % которой имела гидравлическую крупность менее 0,01 мм/с и мутность от 30 до 750 мг/л. В качестве замутнителя использовали суглинок, отобранный с территории Павло-Посадского района Московской области. По внешнему виду глинистая порода была твердой и окрашенной в коричневый цвет, легко диспергировалась в водопроводной и дистиллированной воде. Щелочность воды составляла 4 ммоль-экв/л, жесткость 5,1 ммоль-экв/л, удельная электропроводность 453 мкСм/см.

Коагуляцию воды, проводили на лабораторной установке пробного коагулирования «Капля» по схеме: смешение, хлопьеобразование, отстаивание. Смешение осуществляли в течение 1 мин при скорости 150 об/мин, хлопьеобразование – в течение 5 мин при скорости 50 об/мин, отстаивание - в течение 5 мин. Для анализа

отбирался слой воды глубиной 40 мм. Для коагуляции применяли органические коагулянты ВПК 402, Каустамин 15, Биопаг и для сравнения сульфат алюминия (СА). Коагулянты дозировали в очищаемую воду в виде 0,01-0,1 % растворов. Дозы коагулянтов варьировали от 0,02 до 6 мг/л по 100 % веществу.

Содержание взвешенных веществ в воде оценивали по мутности (М), дисперсность - по гидравлической крупности частиц, I_0 . Эффективность (Э) осветления исходной и коагулированной воды оценивали по степени снижения мутности отстаиваемой воды.

Проведенные исследования показали, что из трех органических коагулянтов наибольшее снижение исходной мутности на 81 % при наименьшей оптимальной дозе (0,4 мг/л) достигается при использовании самого высокомолекулярного коагулянта ВПК 402. В порядке увеличения оптимальной дозы коагулянты располагаются в следующей последовательности: ВПК 402 < Каустамин 15 < Биопаг < СА (рисунок 1). В той же последовательности увеличивается и остаточная мутность очищенной воды.

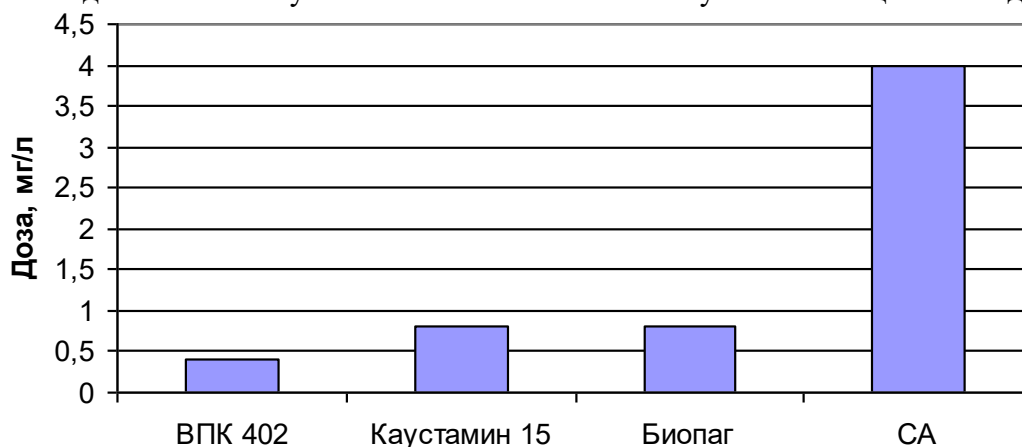


Рисунок 1. Зависимость оптимальной дозы от вида коагулянта. $M_{исх}=147-160$ мг/л. $T_{хл}=5$ мин.

С увеличением мутности исходной воды от 30 до 150 мг/л доза коагулянта ВПК 402 линейно возрастает с 0,06 до 0,4 мг/л, а затем не меняется и составляет 0,4 мг/л при увеличении мутности до 750 мг/л (рисунок 2).

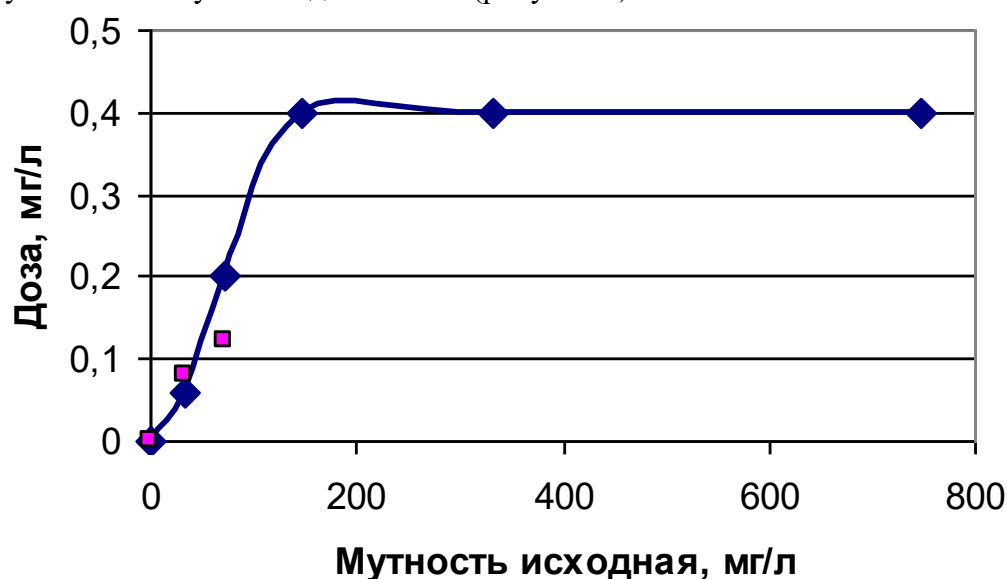


Рисунок 2. Зависимость оптимальной дозы ВПК 402 от исходной мутности воды. $T_{хл}=5$ мин.

Как и следовало ожидать, увеличение продолжительности хлопьеобразования ($T_{\text{хл}}$) с 5 до 20 мин сопровождается образованием одинаковых по размеру и плотности хлопьев, что приводит к снижению мутности отстаиванной воды при использовании всех исследованных органических коагулянтов. При оптимальной продолжительности хлопьеобразования 20 мин максимальный эффект снижения мутности (90%) наблюдается при использовании ВПК 402. Мутность снижается с 80 до 8 мг/л при дозе 0,16 мг/л (рисунок 3).

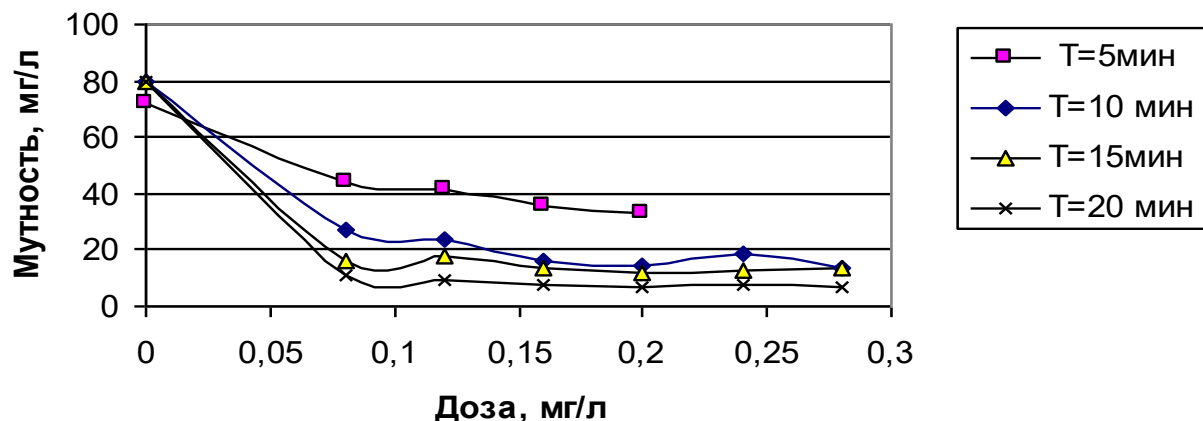


Рисунок 3. Зависимость мутности отстаиванной воды от дозы ВПК 402 и продолжительности хлопьеобразования. $M_{\text{исх}}=72-80$ мг/л.

Исследование кинетики отстаивания коагулированной взвеси с применением ВПК 402 при оптимальных условиях хлопьеобразования, показало, что 83-84 % образующихся хлопьев имеют гидравлическая крупность от 0,2 до 0,8 мм/с, что и определяет высокую эффективность осветления воды отстаиванием (рисунок 4).

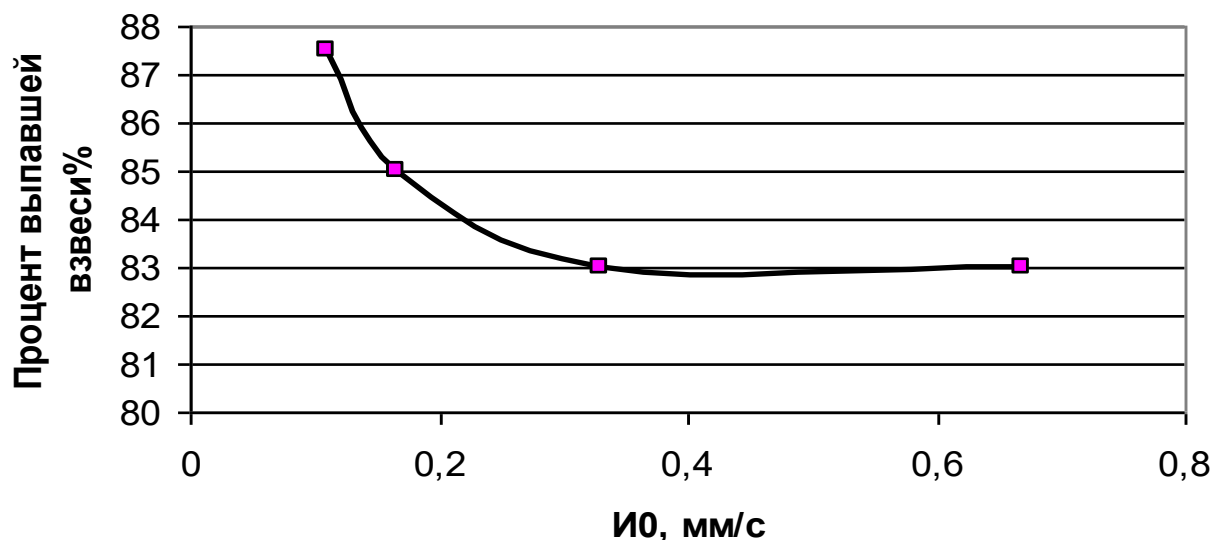


Рисунок 4. Дисперсный состав скоагулированной коагулянтном ВПК 402 суглинистой взвеси. $T_{\text{хл}}=20$ мин.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали возможность и эффективность самостоятельного применения органических коагулянтов вместо неорганических коагулянтов для очистки мутных природных вод. Наибольшей эффективностью обладает коагулянт ВПК 402, который характеризуется самой высокой молекулярной массой, и применяется при дозах, значительно меньших доз других исследованных коагулянтов. Установлены также оптимальные условия хлопьеобразования, при которых мутность очищенной воды после отстаивания составляет 8-13 мг/л.

Библиография

1. Гандурина Л. В., Буцева Л. Н., Штондина В. С. Физико-химическая очистка нефтесодержащих сточных вод // Нефтепереработка и нефтехимия. 1996. № 2.
2. Гандурина Л. В. Флокуляционные технологии очистки сточных вод от нефтепродуктов: Обзор. информ. Сер. Инженерное обеспечение объектов строительства. – М., ВНИИНТПИ, 2004. Вып. 4.
3. Водоснабжение на железнодорожном транспорте: Под ред. С. Х. Азерьера. В 2-х томах. – М.: Трансжелдориздат, 1940.
4. Радциг В. А., Барышникова Т. И. Влияние гидравлических условий хлопьеобразования на ход осветления воды / Сб. тр. Уральского политехнического института. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре. 1953. № 35.
5. Кургаев Е. Ф. Осветлители воды. – М.: Стройиздат, 1977.
6. Журба М. Г., Говорова Ж. М., Елюков М. В. и др. Эффективность работы осветлителей со взвешенным осадком на маломутных цветных водах Северо-Западного региона // Водоснабжение и канализация. 2012. № 1–2.
7. Шевченко М. А. Физико-химическое обоснование процессов обесцвечивания и дезодорации воды. – Киев: Наукова думка, 1973.
8. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев: Наукова думка, 1983.
9. Алексеева Л. П., Драгинский В. Л., Видер Б. Л. Применение щелочных реагентов для оптимизации реагентной обработки маломутных цветных вод // Водоснабжение и сан. техника. 2006. № 8.
10. Бабенков Е. Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977.
11. Клячко В. А., Апельцин И. Э. Подготовка воды для промышленного и городского водоснабжения. – М.: Гос. изд-во литературы по архитектуре, строительству и строительным материалам, 1962.
12. ГОСТ 3351-84. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
13. ГОСТ Р 51642-2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. – М.: Госстандарт России, 2000.

***Вторичное использование коагулянта для удаления тяжёлых металлов из сточных вод промышленных предприятий
Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru)***

Аннотация

Рост населения и ВВП увеличивают водопотребление и объём сточных вод, – их сброс без специальных методов очистки в природные источники невозможен, поскольку это приведёт к необратимой деградации природных систем, а это обратная сторона токсикологической безопасности продовольствия и здоровья населения. Методы очистки сильно загрязнённых стоков промышленных производств, часто содержащих металлы, требуют совершенствования. Повторное применение осаждённого при очистке коагулянта в качестве адсорбента – хорошее решение – эффективное и недорогое.

Ключевые слова

Ионы, рН, доза адсорбента, скорость осаждения, мультиметаллические растворы

Теория

Промышленные сточные воды многих отраслей: горнодобывающей и строительной, обрабатывающей и обогащающей, металлургической и гальванические производства металлообрабатывающей, кожевенной и с ней других производств лёгкой промышленности содержат в высоких концентрациях переходные металлы, в просторечье, но чаще в прикладных науках называемые «тяжёлыми»: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Mo, Hg, – сброс их без очистки в объёмах современных производственных гигантов невозможен в виду безусловного разрушения природных систем; но и прямой отвод в общесплавную канализацию способен навредить предстоящей биологической очистке. Ужесточение требований закона и одновекторный путь НТП заставляют находить в явлениях новые свойства и совершенствовать методы, которые давно используют для удаления ионов путём: химической коагуляции, ионного обмена, окисления, адсорбции, мембранной фильтрации и технологии электрохимической обработки, однако их эффективность недостаточна, идёт образование больших количеств избыточного ила, а в целом это сказывается на росте капложений и эксплуатационных затрат, и низкой рентабельности малых сооружений. Из перечисленных не на последнем месте адсорбция твёрдыми адсорбентами – исследовалась на протяжении десятков лет, но, тем не менее, всем недорогим сорбентам до сих пор предпочтение отдаётся активированному углю; нетрадиционные адсорбенты – отходы сельского хозяйства и промышленности, – но и побочным продуктом коагуляции/флокуляции оказываются осаждённые взвешенные и коллоидные примеси.

Коагулянты – металлы, хотя и средней активности, но их достаточно в земной коре – Al – 8 % и Fe – 5 (рисунок 1а), – используют в виде солей, и в результате в виде осадка получают аморфные гидроксиды Al и Fe. Высокая токсичность – сверх ПДК – для водных организмов и экосистем не позволяет, как сказано, сбрасывать их в природные объекты, однако повторное использование, опять же в качестве коагулянта, возможно из-за аморфной структуры такого осадка, то есть большой площади адсорбирующей поверхности. Избыточный активный ил в качестве сорбента и коагулянта может быть направлен на удаление тяжёлых металлов, при этом стоимость такой очистки, естественно, будет минимальной. Всё это требует обоснований, особенно для особых

случаев, например, стока гальванических производств, в состав которого входят разные металлы в различных концентрациях, и важно оценить и описать их взаимодействие с коагулянтом.

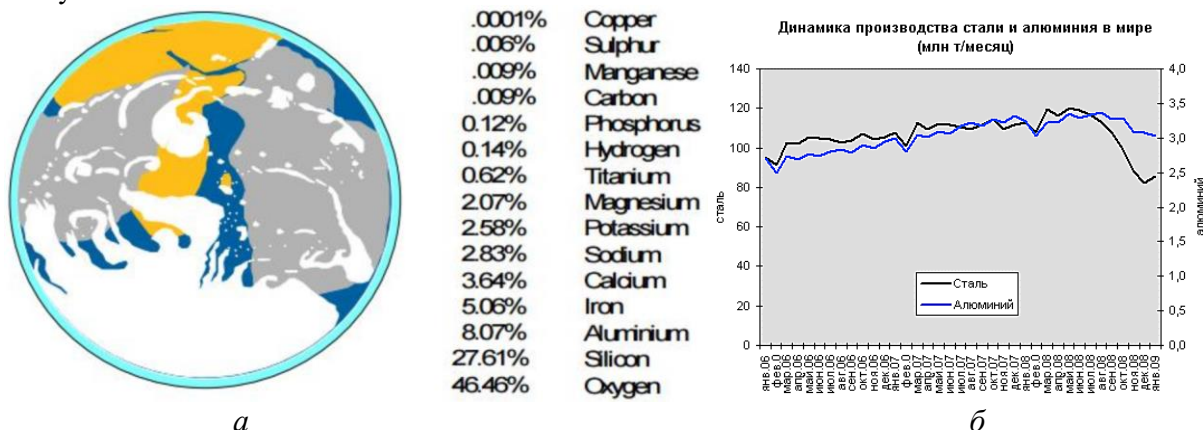


Рисунок 1. Процентное содержание Fe и Al; и как кризис 2008 ударил по производству основных промышленных металлов (Интернет-источник*).

Производство и потребление стали и алюминия несмотря на кризисы (рисунок 1б) растёт из года в год, изделия требуют коррозионной защиты, но так как защитные плёнки гальванопокрытий сами являются металлами, которые образуют потенциал с основным металлом и корродируют, необходимо, например, для алюминия использовать сложные сочетания сплавов: Ni-Cr, Cu-Ni-Cr, Cu-Sn, Pb-Sn, Zn, Zn-Cu, – и все эти металлы оказываются в сточной воде и осадке, который представляет собой гетерогенные смеси частиц неправильной формы и переменного сечения со средним значением по медиане 100 мкм; частицы – аморфной структуры. Сточные воды гальваники имеют высокую концентрацию металлов, рН при сорбции 2,5-8,5 (рисунок 2, слева). Доза сорбента варьируется от 0,5 до 10,0 г/л, и предполагает быструю сорбцию и минимизацию времени на осаждение; всегда во всех случаях процесс сначала идёт ускоренными темпами, затем скорость абсорбции стабилизируется (рисунок 2, справа). Для Pb возможно полное осаждение, поскольку он способен образовывать прочные комплексы с поверхностями оксидов Al и Fe; для Cu, Co, Hg и Zn осаждение растёт с увеличением начального рН, а на Pb рН не реагирует; Cr лучше осаждается при низких рН 2,5-4,0, а с увеличением значения последнего снижается. рН играет важную роль в адсорбции, влияя на характер как ионов, так и адсорбента: в кислой среде катионам металлов мешают адсорбироваться протоны, сами идущие к адсорбенту. рН для осаждения разных металлов различно, и зависит от растворимости, то есть процесс адсорбции происходит в определённом диапазоне рН. В условиях данного значения рН адсорбент и металл должны иметь противоположные заряды для усиления электростатического взаимодействия. При рН выше этого значения поверхность ила может стать отрицательно заряженной, и, следовательно, идёт ускоренная сорбция катионов Cu, Co, Hg, Zn. В целом увеличение рН приводит к увеличению скорости образования гидроксид-катиона и, соответственно, увеличению осаждения. В случае анионов солей зависимость обратная: увеличение рН ведёт к росту осаждения катионов Pb (II), Cr (III) и снижению аниона Cr (VI) (рисунок 2). Тоже касается растворов нескольких металлов – с увеличением рН растёт осаждение всех, кроме Cr (VI); Co (II) в растворе нескольких металлов полностью осаждается при рН 8,5 (однако в простом растворе – один лишь кобальт – 25 % металла не осаждается). Вторичное использование осадка коагулянта в качестве адсорбента для осаждения металлов в растворах – стоках гальванических производств – не требует управления процессом: за два часа рН реакционной смеси раствора увеличивается в диапазоне 0,1-1,1, причём чем ниже начальное рН, тем

значительной рост. В среде рН 2,5-7,0 общее количество осаждённых металлов мультиметаллических растворов всегда меньше, чем когда металл один, но когда рН>8,5 – картина меняется на противоположную.

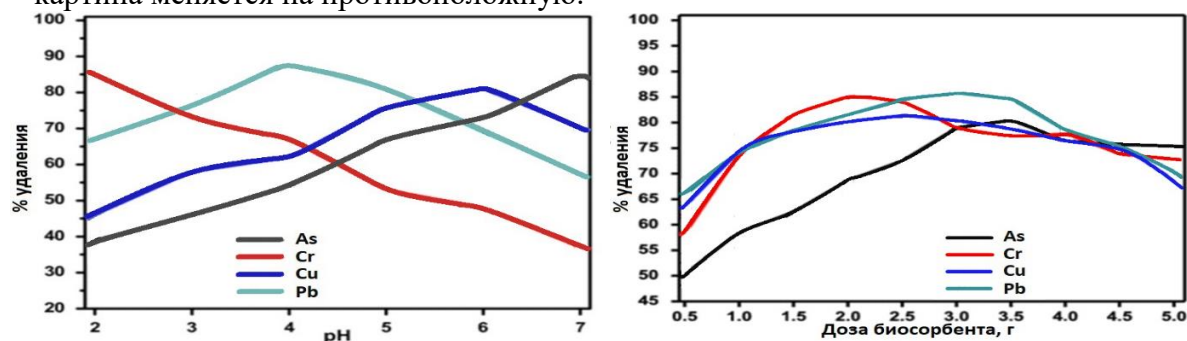


Рисунок 2. Способность рН-показателя среды влиять на извлечение металла; и часть удаляемых металлов в зависимости от дозы сорбента*.

Доза вносимого для сорбции металла вторично осаждённого коагулянта назначается в диапазоне 0,5-10,0 г/л как для систем с одним металлом (см. рисунок), так и несколькими, – например, в случае одного не существует конкретной дозы для Pb (II) и Cu (II), но Pb осаждается полностью, а Cu (II) в зависимости от дозы (~10 мг/л) за два часа на 90-95 %, Co (II) осаждается меньше чем на 80% даже при максимальной дозе адсорбента, Cr (VI) даже при 1 г/л <60 %. Как и рН доза показывает снижение осаждения в мультиметаллических растворах, и чем она ниже, тем лучше; при максимальной дозе (10 г/л) осаждение Cu (II) и Pb (II) такое же, как с одним металлом, на осаждение Cr (VI) меньше всего влияют другие металлы, и осаждение такое же, как при отсутствии других металлов. Наличие большого числа центров сорбции при высоких дозах абсорбента снижает в мультиметаллических системах влияние металлов друг на друга, увеличивая осаждение (рисунок 3, рисунок 4).

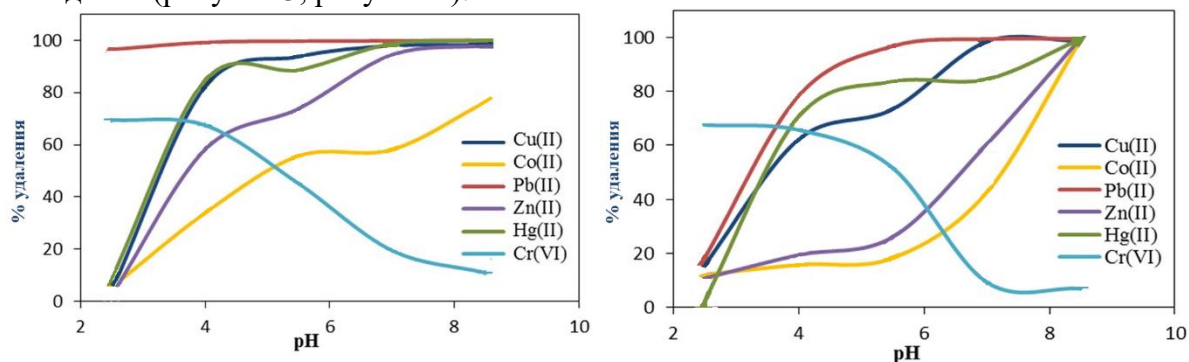


Рисунок 3. Сравнение влияния рН на удаление из однометаллических растворов (слева) и мультиметаллических (шесть металлов) растворов (справа), Начальная концентрация ионов металла 10 мг/л, доза адсорбента 1 г/л, время контакта 2 часа [7].

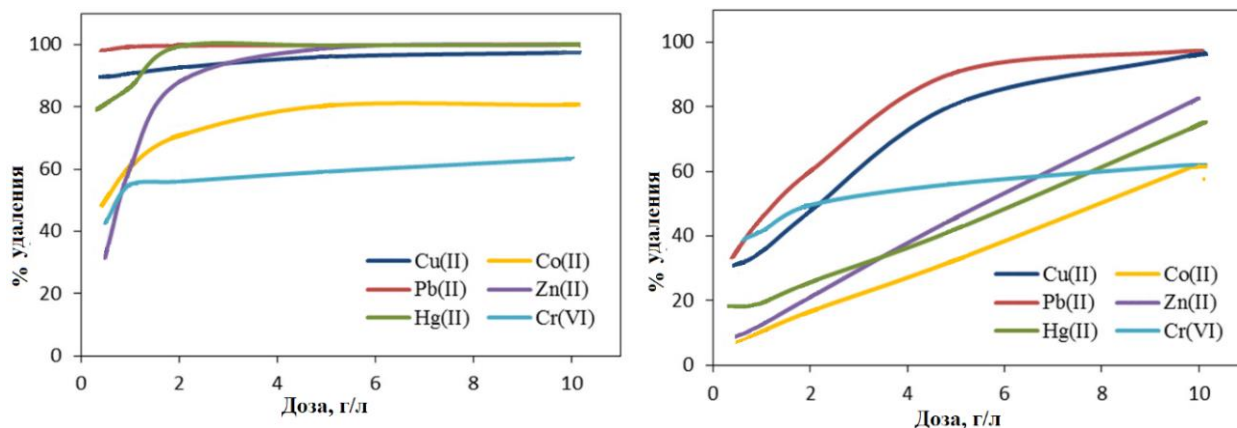


Рисунок 4. Сравнение влияния дозы на удаление из однометаллических растворов (слева) и мультиметаллических (шесть металлов) растворов (справа), Начальный pH = 5, доза адсорбента 1 г/л, время контакта 2 часа [7].

Выводы

Химическая коагуляция с осаждением металлов солями Al или Fe наиболее распространённый метод очистки сточных вод, тем не менее, на выходе получают значительный объём токсичного отхода, утилизация которого сложная задача, – в результате, очистка не достигает нормативных показателей. Решение этой проблемы возможна на основе использования избыточного ила с содержанием Al или Fe в качестве адсорбента, недостатка которого на станциях не бывает.

Вторично используемый осадок может привести к значительному снижению в стоке концентрации металлов. Большая часть металлов в нормальных условиях сложно высвобождается, и некоторая, меньшая часть остаётся в водорастворимом виде.

Осадок – хорошая сорбционная среда для металлов металлосодержащих сточных вод.

Библиография

1. Ерхов А.А., Швыров А.Д. Унифицированные системы проточного типа очистки ливневых сточных вод. VII Международная научная конференция «Молодые – наукам о Земле» 15-17 апреля 2014 г. М.: РГГРУ. – 285-286 с.
2. 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.
3. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Влагодтача осадка в процессе утилизации избыточного активного ила. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 47-51.
4. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Принцип биотермического компостирования твёрдых бытовых отходов. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 59-63.
5. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Кинетики ферментативных реакций и изменения сообщества микроорганизмов в условиях стабилизации активного ила. Электронное научное издание «Учёные заметки ТОГУ» 2018, том 9, № 1, С.554-563.

6. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Устройство очистки бытовых сточных вод малой производительности зданий с децентрализованной системой водоотведения. Международная научно-практическая конференция «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее» 4–6 апреля 2018. Том 2. М., НПП «Фильтроткани», 2018. – С. 630-631.
7. Anujkumar Ghorpade, M. Mansoor Ahammed. Water treatment sludge for removal of heavy metals from electroplating wastewater. Environmental Engineering Research. 2018; 23(1): 92-98.

Новое о кавитации в насосах
Ерхов А.А. (МГРИ, a-erhov@yandex.ru)*

Аннотация

Кавитация в насосах – простое физическое явление – оказывается технической проблемой для инженерных систем зданий и сооружений, и требует надёжной теории с 3D моделированием внутренних течений, что позволяет создавать оригинальные конструкции крыльчаток – рабочих колёс и лопастей, камер и прочих составных частей насоса. Помимо главных проблем – КПД и надёжности, кавитация даёт высокий уровень шума и создаёт вибрацию – из-за нестабильных явлений внутри насоса, и это приводит к истиранию деталей и разрушению подшипников. Условия предупреждения кавитации при прочих важных требованиях – превышение давления во всасывающем трубопроводе до образования парогазовых пузырьков, что представляет собой некоторый запас до закипания.

Ключевые слова

Высота всасывания, кавитационная полость, рабочее колесо, атмосферное давление, давление насыщенного пара

Кавитация, по сути, тема фундаментальной науки, но актуальность свою проявляет исключительно в прикладных технических научных дисциплинах.

Одной из существенных проблем работы насосов является плохое всасывание из-за высотного положения, играют также роль конструкция всасывающего трубопровода (наличие арматуры, радиус колена, расстояние до него) и температура, – всасывающая способность, или высота всасывания, как характеристика насоса, известна для любой модели, и необходима для подбора оборудования. На основании закона Бернулли в системе, элементом которой является и насос, идёт превращение энергии по длине из потенциальной (удельной) в кинетическую и обратно, – пьезометрический и скоростной напор, как и оба вида энергии обратно связаны – тоже в соответствии с законом сохранения энергии. В местах системы, где переходы значимы, а это, главным образом, внутри насоса, жидкость способна в зонах разрыва сплошности потока превратиться в насыщенный пар, если его давление сравнивается с пьезометрическим, и происходит закипание, – пар не может быть всосан насосом, поскольку давление пара P_n больше атмосферного P_a –

$$H_{\text{вак}} = \frac{P_a - P_n}{\rho \cdot g}.$$

Давление насыщенных паров P_n любой из жидкостей растёт с температурой, при этом высота подъёма на всасывание $H_{\text{вак}}$ падает. Если пьезометрическое давление опускается до давления насыщенных паров жидкости при данной температуре, например, при увеличении скорости или изменении высоты, в жидкости образуются пузырьки пара – т.н. кавитационные полости, газовые каверны, увлекаемые потоком и схлопывающиеся при росте давления выше давления насыщенных паров (рисунок 1).

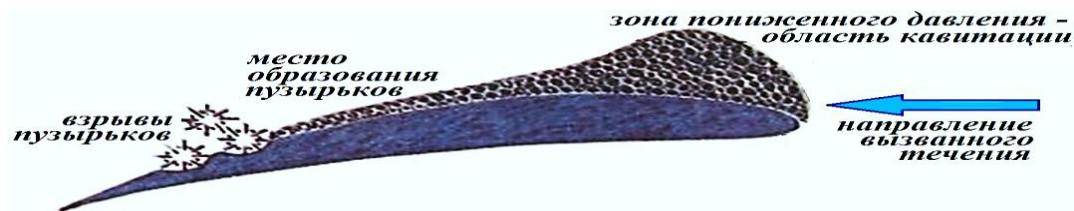


Рисунок 1. Рисунок-схема образования кавитации.

На рисунке показано образование сложного профиля; в качестве критерия, определяющего его кавитационные свойства, применяют число кавитации

$$\sigma = \frac{P - P_k}{\rho \cdot v^2 / 2}$$

В реальности, интерпретация физического и компьютерного моделирования кавитации имеет слабую сторону: тепловое движение внутри жидкости образует временные микроскопические пустоты, являющиеся ядрами, на основе которых происходит разрыв и рост макроскопических пузырьков (гомогенное зародышеобразование), но в инженерной практике чаще обнаруживается, что пустоты образуются на границе между жидкостью и твёрдой стенкой или между жидкостью и твёрдыми частицами жидкости (гетерогенным зародышеобразованием), – описание гомогенного зародышеобразования, основанное на классической трактовке кинетической теории жидкостей, имеет, как сказано, слабой стороной построение эфемерных пустот теплового движения молекул (частиц). В любой реальной системе возможны оба случая, их вероятность связана с наличием мелких примесей субмикронного размера как в толще, так и возле стенки или более крупной частицы. Пузырьки микронного размера растворённого газа могут присутствовать в микротрещинах стенки или взвешенных частиц, или могут свободно взвешиваться в жидкости, – они сохраняются бесконечно долго, и их практически невозможно удалить. Еще одна важная форма загрязнения – космическое излучение: столкновение частицы высокой энергии с молекулой жидкости даёт достаточно энергии для зародышеобразования, когда в другом случае вероятность этого была бы близка нулю; но эта тема далеко выходит за рамки кавитации в насосах, и здесь упомянута для полноты теории зародышеобразования.

Для гидравлических машин опасность представляет не факт образования пузырьков, а наоборот, их схлопывание от повышения давления.

В момент схлопывания кавитационного пузырька давление и температура газа могут локально достичь крупных величин – по расчётам 100 МПа и 10000 °С [Кнэпп, Р., 1974], при этом выделившаяся энергия достаточна для возбуждения, ионизации и диссоциации молекул воды, газов и веществ в воде; образование и схлопывание – кавитация – обычно возникает в центробежных насосах на входе рабочего колеса (рисунок 2).



Рисунок 2. Проявление кавитации на рабочих колёсах (Интернет-издания*).

Пузырьки пара могут возникать только при достаточно низком давлении или достаточно высоких температурах, и пока эти условия не достигнуты, существовать будет только жидкость, а при превышении – только пар: если вода кипит при 100 °С при давлении на уровне моря в одну атмосферу – 101 кПа, снижение последнего до 50 % от начального создаёт разрежение, и вода закипит при 82 °С, снижение до 2 % P_a (98 % вакуума) даст закипание при 18 °С, – жидкости также кипят при различных температурах.

Внешне кавитация проявляется в увеличении уровня шума (грохота), снижении высоты подачи и нестабильной работе насоса, и в дальнейшем даёт быстрый износ насоса.

Чтоб такого не случилось на всасывающем патрубке насоса или на входе рабочего колеса необходимо создать избыточное давление, превышающее давление насыщенных паров (поправка на давление насыщенных паров), – высоту столба жидкости над всасывающим патрубком, а для больших агрегатов над рабочим колесом, называют $\Delta h_{\text{зап}}$, или кавитационным запасом, в европейской практике прижилось – NPSH (Net Positive Suction Head): разница здесь в точке отсчёта высоты столба жидкости, и не представляет проблем при подборе оборудования. При этом важно учитывать атмосферное давление, зависящее, в том числе от высотного положения насоса (таблица 1).

Таблица 1
Зависимость высоты всасывания от геометрической (геодезической) высоты

Высота, м	0	500	1000	2000
Атмосферное давление, Па	101325	95500	89900	79500
Высота всасывания, м	10,33	9,73	9,16	8,1

И, следовательно, всасывание на высоте ∇ м выше уровня моря изменяется по линейному закону:

$$h_{\text{вс}} = 10,33 - 0,011\nabla.$$

NPSH – это разность абсолютного барометрического давления P_a и насыщенных паров жидкости $P_{\text{п}}$:

$$\text{NPSH} = H_{\text{вак}} + \frac{v_s^2}{2g} - \frac{P_{\text{п}}}{\rho \cdot g},$$

где s – точка входа в насос.

$\Delta h_{\text{зап}}$ зависит от скорости и производительности насосов, и его значение известно от разработчика и производителя, то есть требуемое значение $\Delta h_{\text{зап}}$ зависит от конструкции насоса: при попадании воды на рабочее колесо скорость потока увеличивается, а давление падает, возникают потери из-за турбулентности в виду того, что жидкость бьёт по колесу; центробежная сила ещё увеличивает скорость и уменьшает давление. И $\Delta h_{\text{зап}}$ призвано компенсировать все потери и удержать воду выше уровня давления насыщенных паров, что составляет $\sim 3\%$. 3-процентный запас – канонический критерий, принятый для облегчения расчётов. Большинство насосов с малой $h_{\text{вс}}$ могут работать с минимальным $\Delta h_{\text{зап}}$, что существенным образом не сказывается на сроке их эксплуатации.

Кавитация, может происходить не только в рабочем колесе, но и во всасывающем трубопроводе, хотя и редко (рисунок 3); она проявляется потрескиванием в зоне всасывания, шумом и вибрацией.

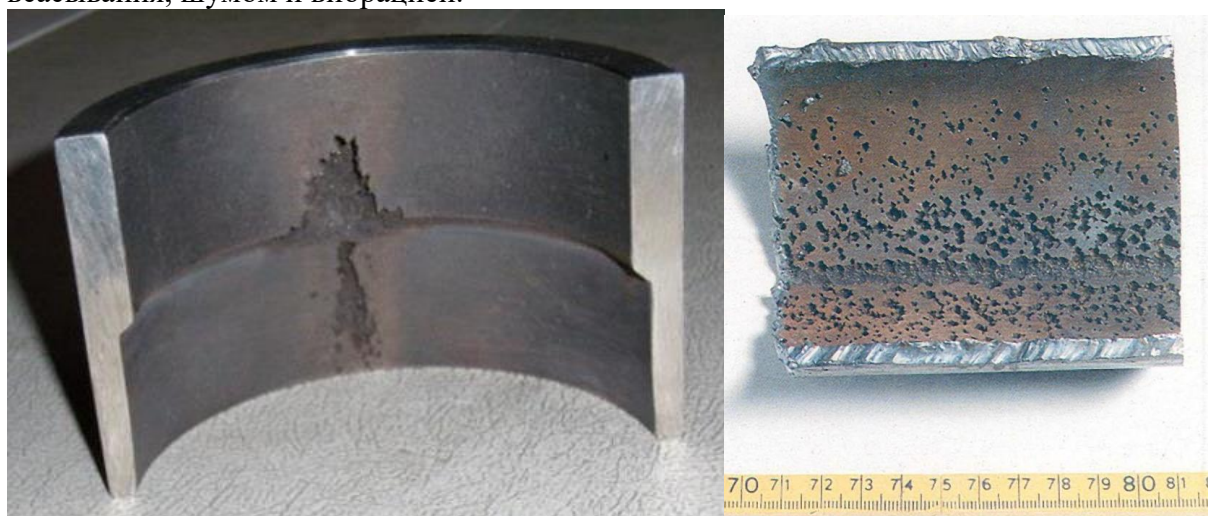


Рисунок 3. Проявление кавитации в трубопроводе*.

Кавитация снижает КПД, напор и подачу насоса, а в исключительных случаях центробежный консольный насос срывает подачу полностью, и при длительно действующей кавитации (впрочем, при некоторых условиях за считанные минуты) разрушаются основные детали, – менее устойчивы к истиранию и повреждению детали из чугуна и высокоуглеродистой стали, а наиболее устойчивы – из нержавеющей стали и бронзы. Однако единственно разумный путь защиты – предупреждение кавитации. И на этот вопрос ответы были получены с открытием феномена; для предупреждения явлений кавитации не следует:

- располагать насос высоко от поверхности воды приёмного резервуара;
- регулировать режим работы задвижкой на всасывании;
- подбирать насос с большим запасом по напору,
- а необходимо:
- делать расчёт максимальной высоты всасывания на основании допустимого кавитационного запаса, указанного в характеристиках на графике Q–H;

- после пуска при закрытой напорной задвижке, открыть её до установления рабочего режима в соответствии с рабочей зоной графика Q–H;
- учитывать, что допустимая высота всасывания уменьшается при увеличении подачи и температуры.

Однако не всегда эти условия в реальной ситуации могут быть выполнены, что не означает возможности их игнорирования.

Выводы

Несмотря на то, что о кавитации, казалось бы, известно всё, и она не является неологизмом, тем не менее, точку в этой истории ставить рано – «Шквалы» не самое удивительное, что может быть, – свои полезные свойства кавитация проявит и в насосах.

Библиография

1. Ерхов А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы, М.: РГАЗУ, 2011.–34с.
2. Ерхов А.А. Турбулентность, и её значение в решении экологических задач. Вестник РГАЗУ 2011. Выпуск 2. № 0421100045\0027. Режим доступа: <http://www.rgazu.ru/index.php/archiv/2011/993-2011-2>.
3. Ерхов А.А. Гидравлика: курс лекций. - М.: МГРИ, 2019. - 69 с.

Погружные модули для мембранных биореакторов

Ерхов А.А. (МГРИ, a-erhov@yandex.ru) Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru)*

Аннотация

Совершенствование методов очистки сточных вод не имеет пределов, но сегодняшний этап знаменуется разработкой устройств на основе известных технологий. Сочетание инновационных доселе методов – биологической очистки сообществом микроорганизмов и фильтрации через тонкие мембраны, и их реализация в конструкционно простых системах позволили выйти на новые рубежи технического оснащения станций большой и малой производительности.

Ключевые слова

Сточная вода, активный ил, фильтрация, анаэробный методы, биомасса, бактерии

Новый этап биологической очистки устройствами разной производительности

Технология мембранных биореакторов (MBR) для очистки сточных вод развивается более трех десятков лет, и уже сейчас нет недостатка предложений, а есть тенденция ежегодного количественного роста таких систем, – это говорит, что зарекомендовали они себя с наилучшей стороны. Однако несмотря на положительные свойства MBR появляются данные о больших капитальных затратах, эксплуатационных расходах, занимаемой площади, энергопотреблении и использовании реагентов в сравнении с традиционными процессами очистки активным илом с и без доочистки, тем не менее, эффективность удаления молекулярных загрязнителей (С, N и Р), патогенов (бактерий и вирусов) и вторичных загрязнений, а также стабильность и надёжность работы MBR заслуживают пристального внимания, – что, безусловно, даст толчок в будущем обозначить более широкий круг задач, решаемых с применением MBR: контроль загрязнений, качество очистки, рентабельность и конкурентоспособность. Объём рынка MBR в 2019 г. оценивался в \$ 3 млрд., и по прогнозам к 2024 году достигнет 4,2 млрд. при среднегодовом темпе роста 7 %. Растущий спрос обусловлен растущим дефицитом воды и недостаточным качеством очистки. Погружные модули MBR широко используются в системах очистки сточных вод благодаря эксплуатационной эффективности и надёжности.



Рисунок 1. Внешний вид модуля MBR (Интернет-источник*).

Мембранный биореактор (рисунок 1) – это сочетание биологической очистки и мембранной фильтрации, при этом мембранная фильтрация, основанная на ультра- или микрофильтрации, отделяет воду от биомассы. Тип мембран может быть разным – полое волокно, плоский лист и многотрубчатая конструкция: полое волокно – самые крупные, а многотрубчатая конструкция – самый быстро захватывающий рынок тип – благодаря надежности, меньшей занимаемой площади, эксплуатационной гибкости и контролю.

- Область применения МБР простирается на все отрасли:
 - бытовые сточные воды;
 - пищевая промышленность;
 - фармацевтические производства;
 - химическая отрасль;
 - гостиницы и пансионаты;
 - сельхозпроизводства (птицефабрики, молокозаводы и т.д.);
 - инженерная инфраструктура вооружённых сил;
 - морские суда и др.

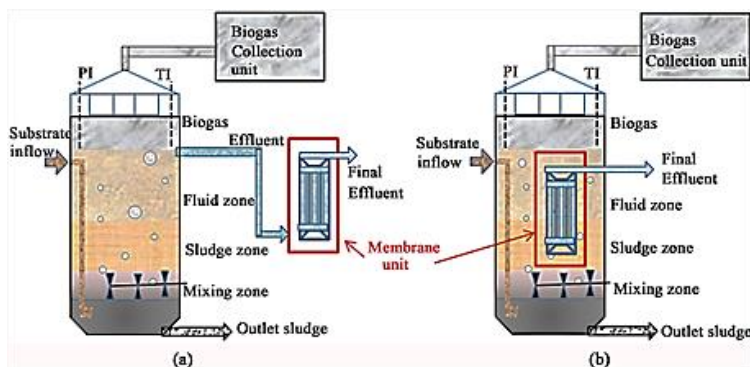


Рисунок 3. Схемы размещения модуля AnMBR относительно зоны биологического разложения*.

В последние годы появился и конструктивно оформился новый тип реактора – экстрактивный (EMBR). Кроме комбинационной работы биореактора и мембраны, решивших проблему биологической нестабильности активного ила и его низкого качества, EMBR ориентирован на повышение эффективности за счёт извлечения токсичных соединений на селективной мембране (рисунок 2). Несмотря на то, что EMBR был успешно апробирован, он не избавлен пока от таких недостатков как образование биопленки и низкая селективность мембраны по отношению к конкретному компоненту. Для их разрешения необходима теория и соответствующая методика контроля образования биопленки, и разработка мембран высокой селективности.

Ещё разновидность (рисунок 3) – анаэробный мембранный биореактор (AnMBR) – сочетание традиционной анаэробной технологии и современной мембранной системы. Из двух подтипов биологической очистки, реализующих аэробный и анаэробный энергетический обмен, анаэробный – кислородонезависимый, идущий на брожении без выделения тепла, то есть в зоне реактора работают анаэробные организмы, а мембрана также разделяет твёрдую и жидкую фазу стока; он проще, состоит из двух биохимических стадий – образование кислоты и метана. Анаэробное разложение сложных органических соединений осуществляется разными видами бактерий и архей,

такими как ферментативными ацетогенами, гомоацетогенами (*Clostridium*, *Sporomusa*, *Acetobacterium*, *Acetohalobium* и др.), метаногенами (многочисленными представителями). Участвующие в анаэробных процессах ферментативные и ацетатные бактерии, являются факультативными, они устойчивее к изменениям среды и быстро размножаются; гомоацетогены производят ацетат – промежуточный продукт производства метана; метаногены – наиболее уязвимы, в сравнении с другими анаэробами.

Сравнение MBR с классической технологией очистки

Подаче на MBR (рисунок 4) должна предшествовать предварительная очистка, то есть сток необходимо тщательно обрабатывать или проверять перед подачей на

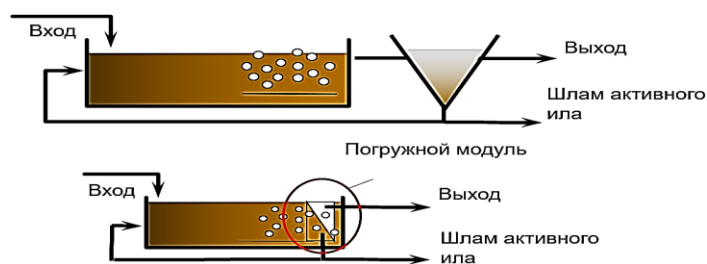


Рисунок 4. Процесс очистки активным илом (а) и в MBR (б)*.

установку, поскольку мембраны крайне чувствительны к повреждению абразивами и волокнистыми материалами – песок, волосы и прочие включения способны их закупорить и привести к существенному падению расхода. Поэтому многоступенчатый процесс механического удаления на решётках, осаждение в первичном отстойнике является необходимым для больших станций, однако этой процедуре на современных сооружениях и так неукоснительно следуют; для малых и средних предварительная очистка не является обязательной и зависит от требований заказчика, а для совсем небольших MBR – совсем не является безусловным. Практика показала, что решётки размером ячеек $\leq 0,5$ мм являются наилучшим выбором.

Также перед MBR следует предусмотреть жируловитель – гидравлическое выравнивание важно, поскольку дорогостоящая поверхность мембраны рассчитана на максимальный расход с целью повышения экономических показателей. А в целом характеристики потока определяются не только мембраной, но и модулями, трансмембранным давлением, составом сточных вод – от этого зависит общий расход, и для погруженных мембран он составляет всего 8-15 л/(м²ч), а для трубчатых – до 120.

При проектировании необходимо учитывать, что начальный расход не будет постоянным – со временем из-за коагуляции и при сохранении постоянного (прежнего) давления он всё же будет снижаться; но для сохранения производительности перепад давления нужно поднимать. Отсюда возникает альтернатива между высокими требованиями к состоянию поверхности мембран и затратами на их замену, поэтому в продолжении выбора предложены решения: параллельное размещение установки с обычными системами биологической очистки активным илом – это гибридные системы, способные сглаживать пиковые сбросы, или, другой вариант, путём добавления в технологическую схему буферной ёмкости для выравнивания потока.

Выявление преимуществ MBR

Выше по тексту в разных местах были отмечены отдельные преимущества мембранных модулей, – полный список приводится ниже:

- стабильно высокое качество очищенной воды;
- полное удаление биомассы, твёрдых частиц и бактерий (рисунок 5);
- гарантия требований гигиенической безопасности;
- снижение габаритов основного оборудования за счёт высокой концентрации биомассы;
- не нужен вторичный отстойник;
- возможно использование воды для орошения;
- вторичное использование сточных вод промышленного назначения (предварительная обработка перед нанофильтрацией, обратным осмосом, УФ облучением и озонированием);
- повышение производительности действующих очистных сооружений за счёт снижения концентрации активного ила;
- снижение площади для монтажа новых биологических очистных сооружений (рисунок 6).

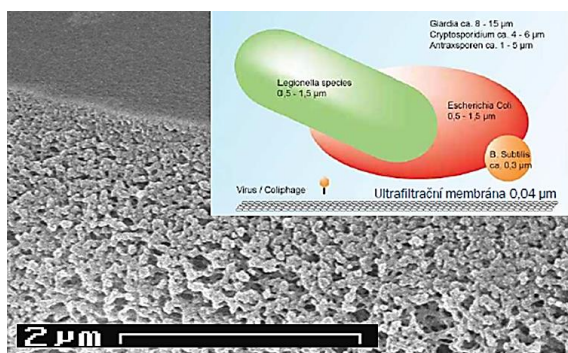


Рисунок 5. Сравнение размеров мембраны и основных бактерий.

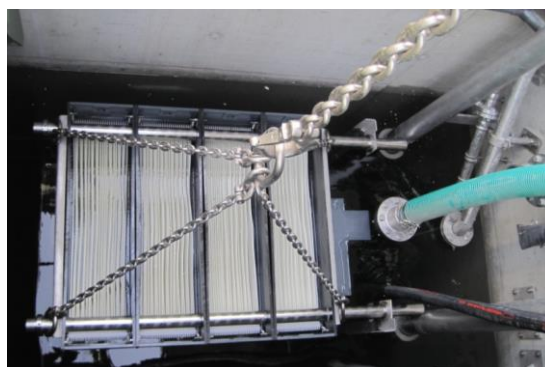


Рисунок 6. Процесс монтажа MBR*.

МБР стал важной частью комплексных мероприятий очистки сточных вод, но чтоб технология MBR стала повсеместной, необходимо сокращение затрат на жизненный цикл мембранных модулей, – для этого необходимо продолжение исследований, направленных на улучшения характеристиках самих мембран, технологии мембранной очистки и оптимизации подготовки сброса.

Выводы

Биореактор с погруженной мембраной применяется для очистки городских сточных вод с конца 1980-х гг. MBR имеет такие преимущества как высокое качество очищенной воды и меньшие площади под оборудование в сравнении с традиционным процессом очистки активным илом, однако при этом у него выше эксплуатационные затраты – замена мембран, энергия на аэрацию и поддержания высокого давления, реагенты.

Библиография

1. Ерхов А.А., Швыров А.Д. Унифицированные системы проточного типа очистки ливневых сточных вод. VII Международная научная конференция «Молодые – наукам о Земле» 15-17 апреля 2014 г. М.: РГГРУ. – 285-286 с.

2. 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.
3. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Влагоддача осадка в процессе утилизации избыточного активного ила. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 47-51.
4. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Принцип биотермического компостирования твёрдых бытовых отходов. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 59-63.
5. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Кинетики ферментативных реакций и изменения сообщества микроорганизмов в условиях стабилизации активного ила. Электронное научное издание «Учёные заметки ТОГУ» 2018, том 9, № 1, С.554-563.
6. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Устройство очистки бытовых сточных вод малой производительности зданий с децентрализованной системой водоотведения Международная научно-практическая конференция «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее» 4–6 апреля 2018. Том 2. М., НПП «Фильтроткани», 2018. – С. 630-631.

Принципы разработки технологического оборудования утилизации осадков сточных вод

Ерхов А.А.* (МГРИ, a-erhov@yandex.ru), Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru)

Аннотация

Для интенсификации утилизации осадка сточных вод бытовых и производственных сбросов и требуется оснащение очистных сооружений современным эффективным оборудованием – декантерами, барабанными сгустителями и спиральными теплообменниками, технологическое назначение которых: сгущение осадка, обезвоживание, подогрев для сбраживания, охлаждение и обеззараживание. И одним из главных требований при заданных больших объёмах перерабатываемой жидкости является высокая надёжность оборудования.

Ключевые слова

Спиральный теплообменник, декантерная центрифуга, барабанный сгуститель

Все виды осадков – как жилищно-коммунального, так и промышленного стока – не представляют интереса на рынке товаров и услуг, в связи с чем возникает важная, но трудная задача их утилизации, что требует зачастую немалых материальных затрат. Разработка и внедрение специального оборудования в едином технологическом процессе (рисунок 1): декантеров, спиральных теплообменников, барабанных сгустителей направлена на снижение прямых затрат переработки и захоронения, – в этих вопросах немаловажными оказываются экспертные оценки.

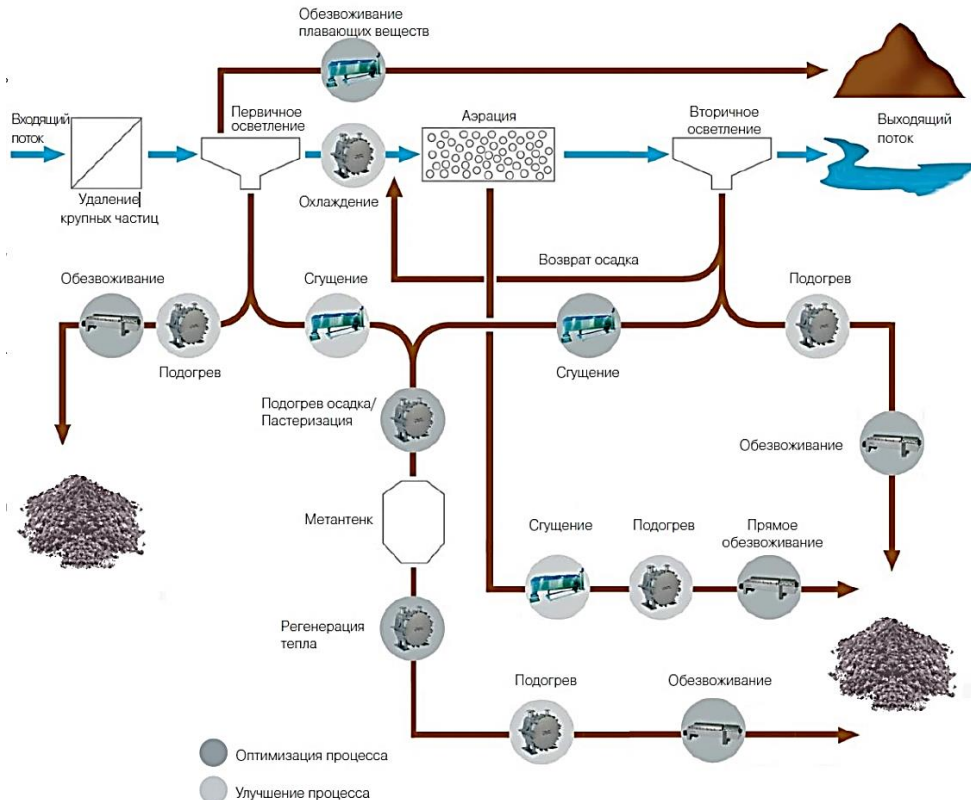


Рисунок 1. Подбор оборудования для технологических операций, оптимизирующих утилизацию осадка сточных вод (Интернет-источник*).

Оборудование и готовые технологические решения для обработки осадков должны обеспечивать:

- снижение дозы флокулянтов, низкую влажность осадка, чистый фугат, высокую производительность;
- низкие эксплуатационные затраты из-за большей эффективности;
- полную интеграцию и гарантию совместной работы оборудования от одного производителя;
- квалифицированное и оперативное сервисное обслуживание на местах с комплексным обслуживанием и поставкой запчастей;
- снижение технической неопределенности, возникающей при проведении тендера;
- минимизацию затрат на проектирование и закупочные цены;
- уменьшение затрат на монтаж и пуско-наладочные работы;
- повышение шансов, усиление позиций в конкурсах на получение подряда;
- экономическую эффективность в краткосрочной и долгосрочной перспективе;
- соответствие экологическому законодательству;
- уровень инновационных технологий.

Городские очистные сооружения – это здания и сооружения I-го уровня ответственности (повышенного), отказ которых может привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям, поэтому аппараты станций должны обладать исключительной надежностью.

Подогрев осадка

Нагрев осадка до 60 °С и выше перед обезвоживанием изменяет характеристики осадка, облегчая отжим. Использование спиральных теплообменников (рисунок 2) увеличивает сухость кека до 6 %.



Рисунок 2. Теплообменники ALSHE, БТС-ИНЖИНИРИНГ и с открытой крышкой люка*.

Спиральные теплообменники должны иметь большую мощность – >700 кВт, поскольку должны работать с осадком низкой влажности, достигающей 94 %, и предназначаются для нагрева метантенков. В конструкцию должна закладываться

функция редкой чистки, тем не менее, предусматривается крышка люка с петлевым креплением, облегчающая эту задачу (см. рисунок). Агрегаты должны устанавливаться и работать в любых, даже тесных помещениях, то есть быть компактными (см. рисунок).

Системы барабанного сгущения осадка

Сгущение осадка позволяет уменьшить его объём на 90 %, что приводит к значительной экономии на транспортировку для дальнейшей обработки – производительность аппаратов может достигать 700 кг.сух.в/ч и больше, а по воде – 200 м³/ч (рисунок 3). Биохимическое сбраживание микроорганизмами требует длительного выдерживания осадка в анаэробных условиях, и идёт с выходом большого количества газа, – оптимизация процесса основана на улучшении стабилизации и снижению затрат на нагрев. Сгущение перед обезвоживанием повышает эксплуатационно-экономические показатели работы установки механического обезвоживания. Процесс сгущения осадка также позволяет оптимизировать работу метантенка.



Рисунок 3. Барабанные сгустители ANDRITZ, ALDRUM и ETW*.

Обезвоживание

Декантерные центрифуги для обезвоживания (рисунок 4) дают кека влажностью до 35 %; воду же после центрифуги направляют на очистные сооружения. Поскольку центробежная сила в несколько тысяч раз больше силы гравитации взвешенные частицы удаляются во много раз быстрее обычного осаждения. Механическое обезвоживание для уменьшения объёма осадка и получения сухого кека даёт сокращение транспортных расходов, затрат на складирование и сушку (рисунок 5), и снижает вредное воздействие на окружающую среду.

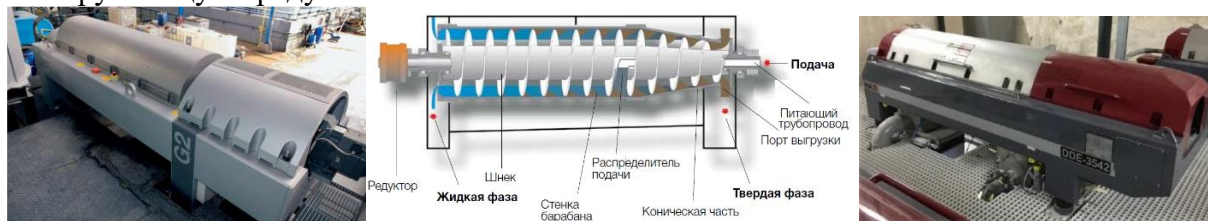


Рисунок 4. Декантерные центрифуги ALSHE, ALDEC и БТС-ИНЖИНИРИНГ*.

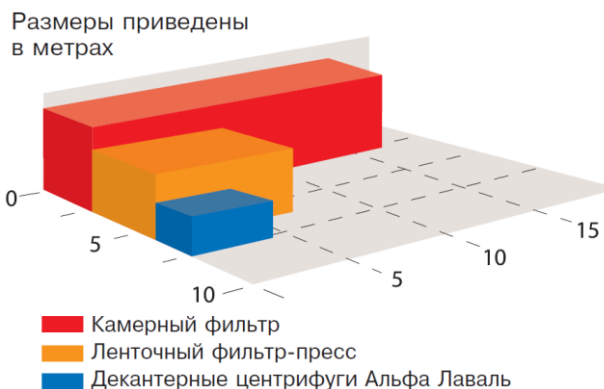
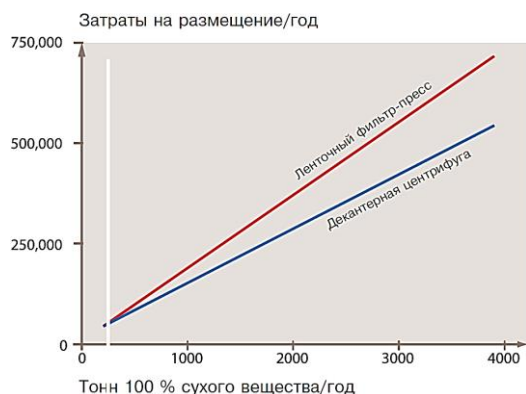


Рисунок 5. Снижение затрат и занимаемой оборудованием площади*.

Обеззараживание

Экологическое законодательство регламентирует наличие болезнетворных микроорганизмов в осадке, поэтому пастеризация – выдерживание осадка при 70 °С в течение 30 мин. – спиральными теплообменниками делает возможным соблюдение любых, самых строгих норм по предельному содержанию микроорганизмов, в том числе болезнетворных, и снижает энергозатраты путём возврата тепла от нагретого осадка к подогреваемому.

Охлаждение стока

В некоторых производственных технологиях возникает необходимость снижения температуры сточных вод для избежание негативного влияния высокой температуры на эффективность очистки, – эффективно и надёжно решать эту задачу помогают те же спиральные теплообменники.

Подогрев перед сбраживанием и нагрев метантенков

Максимально эффективно метантенки работают при высоких положительных температурах, создающих термофильные условия существования микроорганизмов, поэтому необходим их прогрев спиральными теплообменниками, – мягкий нагрев осадка регулируется и проходит в замкнутом цикле. Поддержание в метантенке стабильной температуры способствует улучшению процесса сбраживания и увеличению выхода газа.

Любое оборудование для утилизации осадка – декантерные центрифуги, барабанные сгустители, спиральные теплообменники – имеют общие характеристики:

- изолирование рабочей от внешней среды, что обеспечивает максимальную защиту персонала от отравления и заражения химическими и биологическими испарениями;
- оборудование занимает мало места, что увеличивает производственные площади;
- простота эксплуатации, управления, технического обслуживания и ремонта;
- безостановочность производства.

Выводы

Инновационные технологии, основанные на достижениях физики, химии, биологии и воплотившиеся в технические решения, нашли применение и в технологических схемах очистки сточных вод. Разработка и внедрение новых типов оборудования прочно входят в практику утилизации осадка.

Библиография

1. Ерхов А.А., Швыров А.Д. Унифицированные системы проточного типа очистки ливневых сточных вод. VII Международная научная конференция «Молодые – наукам о Земле» 15-17 апреля 2014 г. М.: РГГРУ. – 285-286 с.
2. 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.
3. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Влаagoотдача осадка в процессе утилизации избыточного активного ила. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 47-51.
4. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Принцип биотермического компостирования твёрдых бытовых отходов. «Яковлевские чтения». XII научно-техническая конференция. Сборник докладов. Москва. 15 марта 2017 г. Изд-во АСВ. – С. 59-63.
5. Ерхов А.А., Королёва Е.А., Фрог Б.Н. Кинетики ферментативных реакций и изменения сообщества микроорганизмов в условиях стабилизации активного ила. Электронное научное издание «Учёные заметки ТОГУ» 2018, том 9, № 1, С.554-563.
6. Ерхов А.А., Королёва Е.А. Устройство очистки бытовых сточных вод малой производительности зданий с децентрализованной системой водоотведения Международная научно-практическая конференция «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее» 4–6 апреля 2018. Том 2. М., НПП «Фильтроткани», 2018. – С. 630-631.

*Проблемы и перспективы внедрения BIM-технологий в строительных проектах
Коротаев Д.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им.
Серго Орджоникидзе, korotaevd99@mail.ru), Иванова Е.В.* (Российский
государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
ivanovaev@mgi.ru)*

Аннотация

Основой информационного моделирования зданий и сооружений является трехмерная цифровая модель здания (информационная модель), на базе которой организована работа инвестора, заказчика, генерального проектировщика, генерального подрядчика, эксплуатирующей организации. В работе проанализированы основные задачи и проблемы перехода на информационное моделирование проектных и строительных организаций. Показаны преимущества BIM-технологий при реализации строительных проектов на стадиях жизненного цикла объекта.

Ключевые слова

Строительство, информационная модель, BIM-технологии, мониторинг

Теория

Внедрение информационного моделирования зданий и сооружений (BIM-технологий) обусловлено новыми актуальными требованиями и задачами в строительстве, основными из которых являются [1]:

- необходимость быстрого проектирования объектов;
- высокая насыщенность новых зданий инженерными коммуникациями и оборудованием;
- увеличение объема рабочей документации;
- обеспечение возможности будущей работы с проектом здания в период его эксплуатации и ремонта;
- высокая информационная насыщенность зданий;
- широкое распространение и внедрение в строительную практику концепции «умного дома»;
- кооперация в проектировании, то есть создание таких условий, когда работа над общим проектом может продолжаться круглосуточно в разных точках пространства;
- резкое повышение цены ошибки, особенно уже «проникшей» в проект и требующей исправления на стадии строительства или в процессе эксплуатации и др.

В марте 2014 г. на заседании Президиума Совета при Президенте РФ было предписано «разработать и утвердить план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, включающий предоставление возможности проведения экспертизы

проектной документации, подготовленной с использованием таких технологий» [2]. Кроме того, в августе 2019 года открытой экспертной группой по внедрению BIM-технологий при Минстрое России было указано, что нормативные и технологические основы для внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием BIM-технологий в Российской Федерации должны быть разработаны до 2023 года.

Для реализации поставленных задач разработаны нормативные документы [3-5], в которых приведены основные требования к созданию информационных моделей зданий и взаимодействию между стейкхолдерами в таких проектах. Тем не менее, процесс перехода на цифровизацию и информатизацию строительной отрасли происходит медленными темпами, несмотря на следующие неоспоримые преимущества BIM-моделирования:

- сокращение количества ошибок после внедрения технологии;
- улучшение коммуникации между руководителями и проектировщиками;
- возможность работы с моделью на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства;
- извлечение необходимой информации из BIM модели для архитекторов, конструкторов, инженеров-проектировщиков;
- возможность в любой момент осуществлять визуальный мониторинг информационной модели, т.е. проверку на коллизии и поиск пересечений (рис. 1).

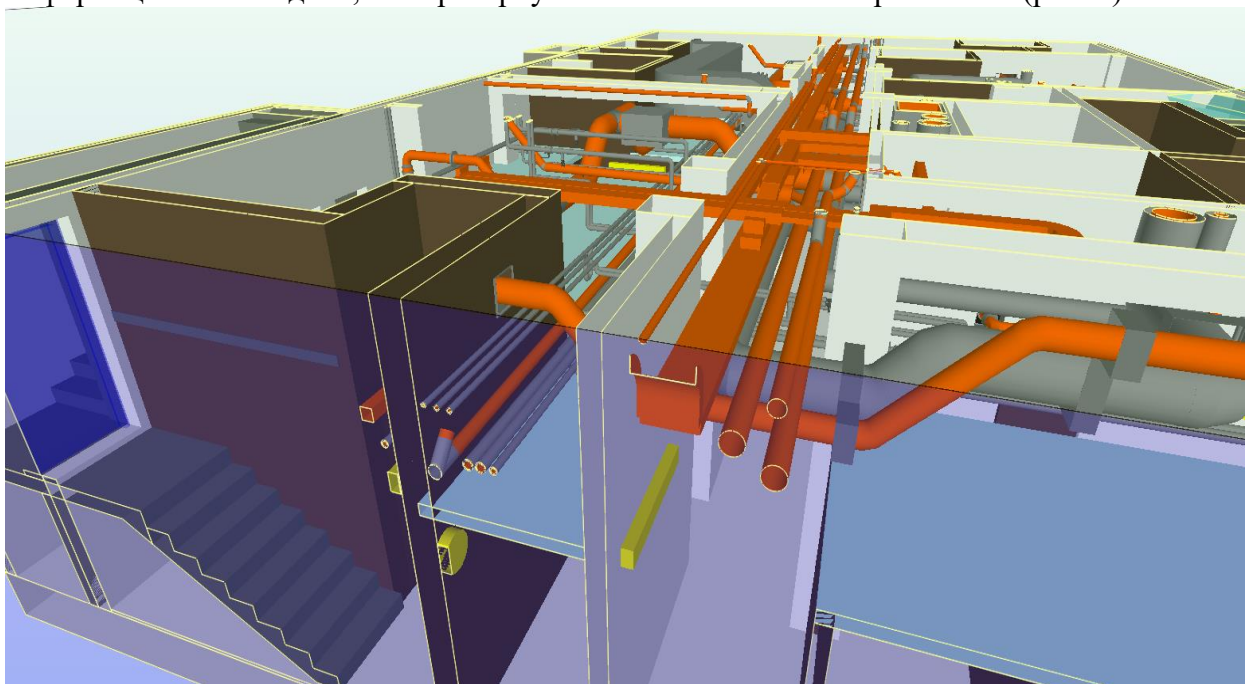


Рисунок 1. Мониторинг информационной модели. Поиск пересечений

Основные причины медленных темпов перехода на BIM-технологии в строительстве, следующие:

- отсутствие единого механизма и требований для экспертизы проектной документации при реализации технологии BIM для зданий и сооружений;
- отсутствие единого стандарта для файлов программных систем, создающих информационные модели зданий;
- не созданы общепризнанные «шаблоны» для BIM, унифицирующие правила передачи, хранения и использования информации;
- перенос информационной модели с одной программной платформы на другую без потери данных пока невозможен;
- отсутствие полноценного системного обучения BIM технологиям в большинстве образовательных организаций строительного профиля.

Выводы

Одно из самых главных достижений BIM-технологий – возможность добиться практически полного соответствия эксплуатационных характеристик нового здания требованиям заказчика. Технология BIM позволяет, с высокой степенью достоверности имея сам объект со всеми его конструкциями и оснащением, отработать на модели основные проектные решения.

Таким образом, в современных условиях требуется не просто проект возводимого здания, а содержащая всю необходимую информацию модель объекта, которая может быть востребована в течение всего периода его существования. В связи с этим, в ближайшее время в строительной отрасли неизбежно возникнут и уже возникают изменения, связанные с внедрением информационного моделирования (BIM) в проектирование зданий и сооружений.

Библиография

1. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – современное понимание / В.В. Талапов // Архитектура и строительство. - №4, 2010. – С. 114-121.
2. Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования (проект).
3. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. - М.: Стандартинформ, 2018.
4. СП 328.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. - М.: Стандартинформ, 2018.
5. ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. - М.: Стандартинформ, 2017

Анализ и оценка рисков строительных проектов на основе причинно-следственной диаграммы Исикавы и парного сравнения

Коротаев Д.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, korotaevd99@mail.ru) Иванова Е.В. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, ivanovaev@mgri.ru)*

Аннотация

Строительные проекты традиционно характеризуются высоким уровнем рисков. Своевременное выявление наиболее вероятных и значимых рисков повышает вероятность успешной реализации проекта и достижения необходимых результатов для заказчика. В работе, на основе причинно-следственной диаграммы Исикавы, установлены основные риски, влияющие на своевременное выполнение строительных проектов. Экспертным анализом определены ключевые риски, ранг рисков и весомость рисков, на предотвращение которых в первую очередь должны быть направлены управленческие решения менеджера проекта.

Ключевые слова

Проект, управление рисками, строительство, причинно-следственная диаграмма, ранг рисков

Введение

Одной из функциональных областей управления проектами, которая оказывает существенное влияние и учитывается при реализации строительных проектов на всех фазах жизненного цикла, является управление рисками. Данная область включает задачи и процессы для определения возможных рисков в проекте и разработки эффективных мер реагирования на них.

Для того чтобы повысить вероятность успешного воздействия на риски проекта необходимо вовремя идентифицировать риски и оценить их степень воздействия на элементы проекта. Идентификация рисков осуществляется на стадии планирования мероприятий реагирования на рисковые события. Одним из распространенных и эффективных инструментов решения задачи по идентификации рисков является причинно-следственная диаграмма Исикавы («рыбий скелет»), предназначенная для визуализации взаимодействия различных факторов в проекте и определения возможных причин, оказывающих негативное влияние на решение потенциальной проблемы [1].

Причинно-следственная диаграмма проекта

Для построения диаграммы, первоначально необходимо определить проблему, которая требует разрешения и указать её на главной оси («хребте»). В настоящей работе потенциальной проблемой является невыполнение сроков проекта. Далее, устанавливаются значимые категории причин (источники возникновения рисков), которые существенно влияют на указанную проблему и указываются на крупных «костях» диаграммы. В дальнейшем анализируется каждая из категорий, определяются последствия (конкретные риски), входящие в эти категории и связанные с данным источником риска. Последствия наносятся на диаграмму в виде средних и мелких

«костей». Все факторы группируют между собой, указывая стрелками связи влияния на проблему. В завершении с помощью диаграммы проводят логический анализ (оценку) рассматриваемых причин и намечают мероприятия по реагированию и снижению рисков для достижения необходимого результата (устранения проблемы).

Диаграмма для идентификации рисков строительных проектов и системного изучения взаимосвязей между проблемой и причинами (источниками возникновения рисков), влияющими на ее возникновение, приведена на рисунке. 1.



Рисунок 1. Причинно-следственная диаграмма по идентификации рисков строительного проекта

Системный подход при построении диаграммы предполагает анализ следующих основных источников рисков, от которых зависит положительная реализация сроков строительных проектов.

1) Источник риска «Поставщики» включает задержки в поставках, возможный брак в материалах, комплектующих и строительных конструкциях.

2) В категорию «Внешние условия» входят: повышение стоимости услуг, например в связи с инфляцией, климатические условия, изменение законодательства и актуализация строительных норм и правил, потеря права собственности.

3) «Заказчик» – это возможное (или почти закономерное) изменение требований к результатам проекта по мере его реализации, невозможность своевременного обеспечения ресурсами или полный отказ от проекта.

4) Категория «Подрядчики и субподрядчики» включает неисполнение своих договорных обязательств или некачественное выполнение работ, а также превышение сметных расходов на работы.

5) Категория «Технология» содержит риски, связанные с неисправностью строительных машин, механизмов, транспортных средств, с некачественными материалами и отступления от требований технологического процесса.

6) Группа источников риска «Команда проекта» основывается на недостаточной мотивации членов команды, низкой квалификации персонала и ошибках планирования сроков проекта.

В результате опроса экспертов и научных работ в области управления рисками проектов [2-4], используя построенную диаграмму Исикавы, были выделены основные, наиболее значимые рисковые события, влияющие на сроки проектов. Наиболее значимыми рисками являются: 1 - задержки в поставках; 2 - брак в поставляемых материалах и конструкциях; 3 - ошибки планирования сроков проекта; 4 - несоблюдение технологии выполнения работ; 5 - изменение требований заказчика; 6 - неисполнение своих обязательств подрядчиком.

Парное сопоставление и ранжирование рисков.

Все риски необходимо проранжировать по степени их вероятности и весомости. Для этого использован способ парного сопоставления [4]. При этом способе эксперты получают таблицу, в которой по вертикали и горизонтали проставлены номера объектов экспертизы (идентифицированные риски). Эксперту необходимо проставить в каждой клетке, относящейся к двум сравниваемым рискам, номер того рискового события, который он считает наиболее важным.

Рассмотрим результаты оценки четырех экспертов о шести объектах экспертизы (рисках).

Число предпочтений i -м экспертом j -го объекта экспертизы:

$$K_{1,1} = 4; K_{2,1} = 4; K_{3,1} = 5; K_{4,1} = 5;$$

$$K_{1,2} = 3; K_{2,2} = 2; K_{3,2} = 2; K_{4,2} = 3;$$

$$K_{1,3} = 5; K_{2,3} = 5; K_{3,3} = 4; K_{4,3} = 4;$$

$$K_{1,4} = 0; K_{2,4} = 1; K_{3,4} = 1; K_{4,4} = 1;$$

$$K_{1,5} = 1; K_{2,5} = 1; K_{3,5} = 1; K_{4,5} = 1;$$

$$K_{1,6} = 2; K_{2,6} = 2; K_{3,6} = 2; K_{4,6} = 1.$$

Частота предпочтения i -м экспертом j -го объекта экспертизы $F_{i,j}$:

$$F_{1,1} = 4/15; F_{2,1} = 4/15; F_{3,1} = 5/15; F_{4,1} = 5/15;$$

$$F_{1,2} = 3/15; F_{2,2} = 2/15; F_{3,2} = 2/15; F_{4,2} = 3/15;$$

$$F_{1,3} = 5/15; F_{2,3} = 5/15; F_{3,3} = 4/15; F_{4,3} = 4/15;$$

$$F_{1,4} = 0/15; F_{2,4} = 1/15; F_{3,4} = 1/15; F_{4,4} = 1/15;$$

$$F_{1,5} = 1/15; F_{2,5} = 1/15; F_{3,5} = 1/15; F_{4,5} = 1/15;$$

$$F_{1,6} = 2/15; F_{2,6} = 2/15; F_{3,6} = 2/15; F_{4,6} = 1/15.$$

Весовой коэффициент j -го объекта экспертизы, по общему мнению, всех экспертов:

$$g_1 = \frac{1}{4} \left(\frac{4}{15} + \frac{4}{15} + \frac{5}{15} + \frac{5}{15} \right) = \frac{9}{30} = 0,3.$$

$$g_2 = \frac{1}{4} \left(\frac{3}{15} + \frac{2}{15} + \frac{2}{15} + \frac{3}{15} \right) = \frac{5}{30} = 0,17.$$

$$g_3 = \frac{1}{4} \left(\frac{5}{15} + \frac{5}{15} + \frac{4}{15} + \frac{4}{15} \right) = \frac{9}{30} = 0,3.$$

$$g_4 = \frac{1}{4} \left(\frac{0}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = \frac{3}{60} = 0,05.$$

$$g_5 = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = \frac{2}{30} = 0,07.$$

$$g_6 = \frac{1}{4} \left(\frac{2}{15} + \frac{2}{15} + \frac{2}{15} + \frac{1}{15} \right) = \frac{7}{60} = 0,12.$$

По сумме предпочтений каждого объекта экспертизы строим ранжированный ряд рисков событий: №1; №3; №2; №6; №5; №4. Риски №1 и №3 равноценны.

Выводы

В результате выполненной экспертной оценки на срыв сроков проекта наибольшее влияние имеют поставщики и работа команды проекта. Менеджеру проекта необходимо направить управленческие решения на риски, связанные с задержкой в поставках и ошибками в планировании сроков проекта. Необходимо разработать антирисковые мероприятия, используя известный принцип Парето 80/20, то есть следует учитывать те 20% рисков, которые оказывают 80% влияния на выполнение проекта в запланированные сроки. Разрабатываемые антирисковые мероприятия могут быть нацелены на недопущение указанных рисков и на снижение негативных последствий рисков.

Библиография

1. Коротаев Д.Н. Идентификация и классификация рисков как инструменты управления рисками в антикризисном управлении современным предприятием / Д.Н. Коротаев, Е.В. Развенкова // Материалы II Международной научно-практической конференции «Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации, 2017. – С.338-343.
2. Доронкина Л.Н. Системно-логистический подход к управлению рисками в строительном бизнесе / Л.Н. Доронкина // Экономика строительства. - №5 (16), 2012. – С.27-30.
3. Боброва Н.М. Планирование управления рисками как ключевой элемент системы управления рисками / Н.М. Боброва // Экономика и предпринимательство. - №11-3 (52-3), 2014. С.808-811.
4. Шабаева Ю.И. Групповая экспертная оценка значимости факторов на использовании метода парного сравнения / Ю.И. Шабаева // Инженерный вестник Дона. – Т.31. - №4-1, 2014. – С.99.

***Комплексные титансодержащие коагулянты в процессах очистки сточных вод
процесса нефтедобычи***

***Кузин Е. Н.* (Российский химико-технологический университет им. Д. И.
Менделеева, e.n.kuzin@mail.ru)***

Аннотация

В рамках научно-исследовательской работы проведена оценка эффективности реагентной очистки пластовых вод с использованием традиционных и инновационных титансодержащих коагулянтов. Получены данные по эффективности применения коагулянтов на основе водорастворимых солей железа, алюминия, а также инновационных коагулянтов на основе соединений титана. Установлено, что по своей эффективности чистые соединения титана значительно превосходят традиционные коагулянты, а минимальная эффективная доза в среднем ниже в 1,5 – 2,0 раза. Комплексные титансодержащие реагенты, полученные добавкой продуктов гидролиза соединений титана к традиционным реагентам по своей эффективности значительно (более чем на 20 %) превосходили индивидуальные алюминий и железосодержащие коагулянты при эквивалентных дозировках. Коагуляционные шламы, полученные при использовании титансодержащих реагентов, отличались более высокой скоростью седиментации и фильтрации, что позволит в значительной мере сократить аппаратное оформление процесса очистки.

Ключевые слова

Пластовая вода, очистка сточных вод, коагуляция, титансодержащие реагенты

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках программы поддержки молодых ученых-преподавателей РХТУ им. Д.И. Менделеева (Заявка 3-2020-013.)

Введение

Вопросам очистки сточных вод в последнее время уделяется все больше внимания. Разрабатываются различные инновационные технологии очистки, внедряются современные безреагентные методы, создаются новые эффективные установки. Несмотря на все достижения в сфере разработки технологий водоочистки отказаться от классических технологий физико-химической очистки в ближайшее время не представляется возможным, ввиду чего встает вопрос необходимости интенсификации процессов реагентной очистки воды и поиска новых высокоэффективных реагентов.

Одной из основополагающих и наиболее распространенных технологий применяемых на большинстве локальных сооружений очистки сточных вод является коагуляция. Обычно для подобных целей используют соли алюминия или железа, или процесс электрокоагуляции с использованием соответствующих электродов. Несмотря на достаточно высокую эффективность и низкую стоимость данные реагенты имеют определённые недостатки. Так, соединения алюминия практически неэффективны при низкой температуре воды и работают только в узком диапазоне pH от 6,0 до 8,0. Соединения железа в свою очередь имеют ярко выраженную коррозионную и

абразивную активность, могут образовывать комплексы с органическими компонентами и образуют значительные объемы труднофильтруемого шлама [1].

В последнее время все чаще встречается информация о серьезных перспективах коагулянтов на основе соединений титана. Данные реагенты лишены недостатков традиционных реагентов, а образующиеся шламы могут быть легко переработаны в диоксид титана. К сожалению, высокая стоимость соединений титана ограничивает сферы применения данных реагентов [2].

Пластовые воды процесса нефтедобычи – «отход» операции заводнения пластов, загрязненная значительными количествами нефтепродуктов (до 2 г/л) и взвешенных веществ (до 3 – 5 г/л). Контакт воды с породообразующими минералами приводит к выщелачиванию значительных количеств солей, ввиду чего вода имеет крайне высокое солесодержание (до 30 г/л). Для повторного использования данной воды необходима операция седиментации и нефтеотделения, которую проводят в течение 24 – 48 часов в вертикальных резервуарах-отстойниках

Материалы и методы исследования

Образцы пластовой воды предоставлены РГУ им И. М. Губкина. Содержание загрязняющих веществ в пластовой воде (объекте исследования): общая минерализация - 24,2 г/л; содержание взвешенных веществ – 218,6 мг/л (предварительное отстаивание 30 минут для отделения крупных частиц); нефтепродуктов – 53,4 мг/л (отстоянная в течение 30 минут вода); рН= 7,6-7,8.

Эффективность очистки оценивали по остаточному содержанию нефтепродуктов (ИК-Спектрометрия на Концентратомере КН 2 – М) и взвешенных веществ (гравиметрическое определение и с использованием портативного турбидиметра-мутномера HANNA 98703 HACH USA).

Тестовую коагуляцию проводили на портативном лабораторном флокуляторе VELP 4. Скорость фильтрации измеряли мерным цилиндром пропуская жидкость в течение 60 секунд через фильтр «белая лента». Корректировку рН в процессе обработки проводили раствором гидроксида натрия, до значений 7,0 – 7,2.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе экспериментов была проведена оценка эффективности и подобрана доза различных коагулянтов. Данные по остаточным концентрациям загрязняющих веществ после очистки представлены на рисунках 1 и 2.

Из данных рисунков 1 и 2 видно, что по своей эффективности оксихлорид алюминия значительно превосходит сульфат алюминия, при этом остаточное содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов было почти в 2 раза ниже. Соединения титана показали максимальную эффективность очистки, при этом средняя эффективная доза реагентов была примерно на 25 % ниже, чем у традиционных коагулянтов.

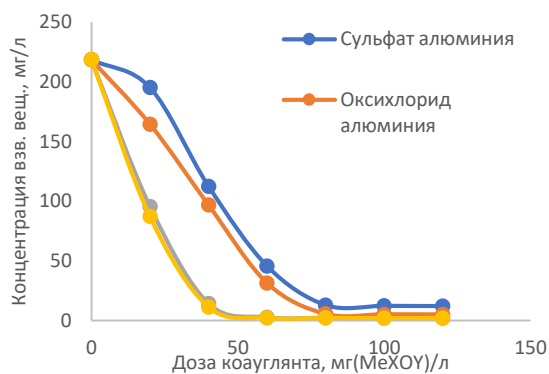


Рисунок 1. Остаточная концентрация взвешенных веществ

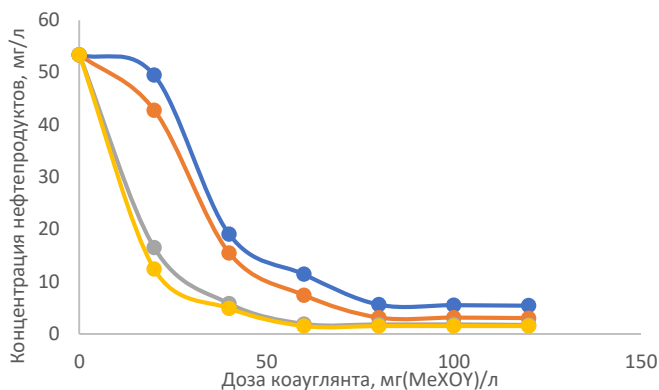


Рисунок 2. Остаточная концентрация нефтепродуктов

Следующим этапом экспериментов стала модификация традиционных коагулянтов соединениями титана, при этом в качестве добавки-модификаторы был дополнительно использован диоксид титана (не является коагулянтом). В качестве базовой точки оценки влияния добавок была выбрана доза сульфата и оксихлорида алюминия эквивалентная 60 мг(Al_2O_3)/л. Данные по влиянию добавок соединений титана на эффективность очистки алюминийсодержащими реагентами представлены в таблице 1. Добавка соединений титана не превышала 10 % масс [2-3].

Таблица 1.

Влияние добавки соединений титана на эффективность очистки

Показатель очистки	$Al_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3 + TiCl_4$	$Al_2(SO_4)_3 + TOSO_4$	$Al_2(SO_4)_3 + TiO_2$	$Al_2(OH)_5Cl$	$Al_2(OH)_5Cl + TiCl_4$	$Al_2(OH)_5Cl + TiOSO_4$	$Al_2(OH)_5Cl + TiO_2$
Взв/вещества, мг/л	45,6	14,3	26,4	17,6	31,3	11,4	15,4	12,6
Нефтепродукты, мг/л	11,4	3,5	3,3	4,1	7,4	2,9	2,5	3,0

Из данных таблицы 1 видно, что добавка соединений титана позволяет значительно интенсифицировать процесс очистки. Согласно данным литературных источников данное явление можно объяснить явлениями специфичного гидролиза солей титана [3-4] и явлениями нейтрализационной коагуляции на поверхности отрицательно заряженных гидроксокомплексов титана [1].

В процессе очистки было отмечено, что осадки образующиеся при использовании комплексных титансодержащих реагентов существенно отличались по своим свойствам, быстрее оседали на дно и фильтровались.

Заключительным этапом экспериментов стала оценка скорости фильтрации. На диаграмме 3 представлены данные о увеличении скорости фильтрации осадков, полученных при использовании комплексных титансодержащих реагентов (таблица 1) относительно индивидуальных алюминий содержащих коагулянтов

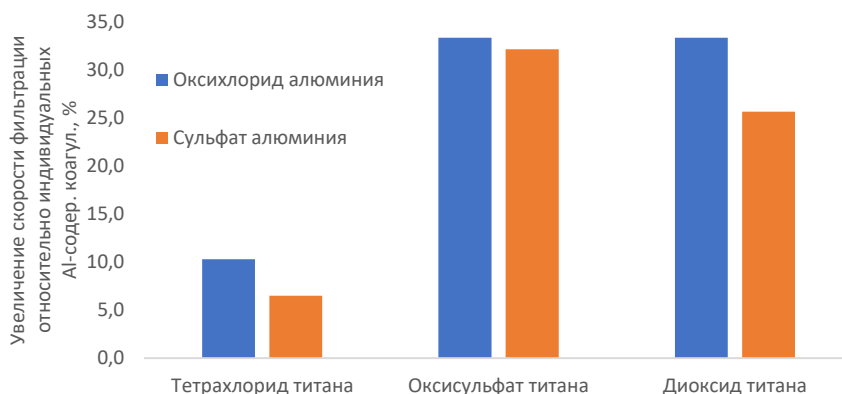


Рисунок 3. Относительная прибавка к скорости фильтрации осадков

Из данных графика 3 видно, что добавка к традиционным алюминийсодержащим коагулянтам оксисульфата титана позволяет повысить скорость фильтрации осадка почти на 35 %, диоксид титана был менее эффективен в качестве добавки к сульфату алюминия. Использование тетрахлорида титана в качестве добавки принесло незначительное увеличение скорости фильтрации, при этом эффективность очистки (табл. 1) была значительно выше.

Выводы

В рамках проведенных исследований проведена оценка эффективности применения индивидуальных и комплексных титансодержащих коагулянтов в процессах очистки пластовых вод. Установлено, что по своей эффективности титансодержащие реагенты значительно превосходят традиционные коагулянты, при этом эффективная доза титансодержащих реагентов была в среднем на 25 % ниже. Отмечено, что 10 % масс. добавка соединений титана к традиционным алюминийсодержащим коагулянтам позволяет существенно снизить остаточные концентрации загрязняющих веществ и интенсифицировать процессы фильтрации образующихся осадков. Согласно предварительным расчетам с учетом увеличения эффективности очистки и существенному снижению дозы коагулянтов реагентные затраты будут снижены примерно на 10 %.

Библиография

1. Гетманцев С. В., Нечаев И. А., Гандурина Л. В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. М.: «АСВ», 2008. 271 с.
2. Kuzin E. N., Kruchinina N. E., Gromovykh P.S., Tyaglova Ya. V. Coagulants in the Processes of Waste Water Treatment in Dairy Complex Industry // Chemistry for sustainable development 2020. V. 28. P. 388-393
3. Shon, H. K., Vigneswaran, S., Kandasamy, J., Zareie, M. H., Kim, J. B., Cho, D. L., & Kim, J.-H. . Preparation and Characterization of Titanium Dioxide (TiO₂) from Sludge produced by TiCl₄ Flocculation with FeCl₃, Al₂(SO₄)₃ and Ca(OH)₂ Coagulant Aids in Wastewater. Separation Science and Technology 2009 V. 44, № 7. P. 1525–1543. doi:10.1080/01496390902775810
4. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие Текст. // М.: ИКЦ «Академкнига». 2007. 309 с.

**«Соединения восстановленной серы как основной фактор формирования токсических свойств сточных вод целлюлозно-бумажного производства»
Овсянникова И.В.* (МГРИ, ovsyannikovaiv@mgri.ru), Фрог Б.Н. (МГРИ, bs_frog@mail.ru)**

Аннотация

В данной статье рассмотрены мероприятия, направленные на защиту водоемов в районе сбросов сточных вод предприятий лесопромышленных комплексов, в частности, по локальной очистке стоков от соединений восстановленной серы, образующихся в процессе варки целлюлозы.

Ключевые слова

Сточные воды, токсичность, токсикологические исследования, целлюлозно-бумажное производство, соединения восстановленной серы.

Теория

Проведен тщательный анализ опубликованных данных по токсикологическим характеристикам сточных вод ЦБП и присутствующих в них индивидуальных загрязняющих веществ различной химической природы. Установлено, что как на рыбах, так и на других тест организмах и биохимических тест-системах эффекты острой токсичности обусловлены преимущественно действием веществ, присутствующих в древесине и претерпевающих модификацию в процессах варки и отбелики целлюлозы. При этом изменения в технологических процессах делигнификации и отбелики целлюлозы, приводящие к значительному изменению химического состава сточных вод, практически не влияют на отклик тест-объектов.

Собственные токсикологические исследования проведены на реках Вычегда и Сухона в районах сбросов сточных вод предприятий ЛПК и непосредственно на предприятиях на разных стадиях формирования и очистки сточных вод. В качестве тест-организмов использованы светящиеся бактерии *Benekea harvei*, микроводоросли *Chlorella vulgaris*, инфузории *Tetrahymena pyriformis*, рачки *Daphnia magna* (острая токсичность), рачки *Ceriodaphnia dubia* (хроническая токсичность), а также тест Эймса (сальмонелла/микросомы) на анализ мутагенной активности проб воды и тест на эффективность перекисного окисления липидов липосом (ПОЛЛ).

Как и при химическом загрязнении, степень влияния сточных вод ЦБП на токсические свойства природной водной среды нивелируется высоким фоновым уровнем токсичности речных вод. Так в низовьях р. Вычегда токсичность речных вод наблюдалась в отношении инфузорий и в тесте Эймса, а в р. Сухона – в отношении инфузорий, дафний, водорослей, ферментативной активности бактерий и ПОЛЛ.

На основе проведенных токсикологических исследований, при использовании в качестве тест-объектов инфузорий (острая токсичность) и цериодафний (хроническая токсичность), установлено, что эффект детоксикации сточных вод при прохождении их через различные ступени очистки практически отсутствует. При этом полная детоксикация очищенных стоков Сыктывкарского ЛПК не достигается даже при их 500-кратном разбавлении чистой водой.

Параллельно с токсикологическими исследованиями проведен анализ содержания в сточных водах ЦБП веществ-восстановителей, титруемых пероксидом водорода (таблица 1). Как следует из полученных данных, концентрация этих веществ не претерпевает заметных изменений в ходе биологической очистки сточных вод ЦБП или при дальнейшем прохождении их по системе очистных сооружений. Насыщение воды кислородом воздуха также не оказывают заметного влияния на содержание DN_2 .

Таблица 1.

Содержание веществ, титруемых пероксидом водорода в сточных водах ЦБП

Место отбора	$10^5[\text{DN}_2]$, М	$[\text{O}_2]$
Котласский ЦБК		
Усреднитель сточных вод (до биологической очистки)	17	-
Самотечный канал (после отстойников)	13	-
Сбросной коллектор (после пруда-аэратора)	32	-
Сыктывкарский ЛПК		
Вход в аэротенки	9	-
Выход из аэротенков	3 - 8	-
После вторичных отстойников	4 - 6	-
Выход из пруда-аэратора	8	-
Камера выпуска	5	-
Сокольский ЦБК		
Суммарный промсток перед усреднителем	25	-
Суммарный промсток после первичных отстойников	80	-
Смешанный коммунально-промышленный сток перед биологической очисткой	15	-
Сточные воды после биологической очистки (перед вторичными отстойниками)	23	-
Сточные воды после вторичных отстойников	17	1,5
Сточные воды после третичных отстойников	18	1,8
Сточные воды перед сбросом в р.Пельшу (после аэрационного каскада)	18	7,6

Таким образом, сточные воды ЦБП характеризуются высоким содержанием веществ, эффективно взаимодействующих с пероксидом водорода. Сброс таких вод приводит к возникновению в речной воде квази-восстановительных условий, причем, в отличие от других химических загрязнений, влияние стоков простирается на много километров ниже сбросов независимо от фоновое редокс-состояния водной среды (таблица 2).

Таблица 2.

Кинетические параметры водной среды и содержание веществ-восстановителей в речных водах Северодвинского бассейна

Место отбора пробы	$10^6[\text{DN}_2]$ М	$10^6[\text{Ox}_2]$ М	10^{11} $\text{Wi}(\text{OH})$ Mc^{-1}	$10^4 k_t$ c^{-1}	$10^{16}[\text{OH}]_s$ М
Р. Выгедга					
500 м выше сбросов СВ СЛПК	0	-	2,5	$7,6 \pm 0,4$	3,5-8,4
800 м выше сбросов СВ СЛПК	$1,3 \pm 0,3$	-	3,2	9,9	3,2-11,5
5 км выше сбросов СВ СЛПК	0,5	-	4,7	26 ± 4	1,8-4,5
1 км выше водозабора КЦБК	-	0,7	30	7,9	40

500 м ниже сброса СВ КЦБК, левый берег	>10	-	-	18	-
2 км ниже сброса СВ КЦБК, левый берег	7,5	-	-	4,4	-
20 км ниже сброса, фарватер	-	0,6	-	4,4	-
р. Пельшма (левый берег, приток Сухоны)					
500 км ниже сброса СВ КЦБК	17,0	-	-	-	-
500 м выше впадения в р. Сухона (30 км ниже сброса СВ КЦБК)	4,2	-	-	-	-
р. Сухона					
Фоновая точка (питьевой водозабор г. Сокол)	0,9	-	-	7,8	-
500 м выше впадения р. Пельшма	1,8	-	10	-	10
1 км ниже впадения р. Пельшма (левый берег)	2,8	-	-	-	-
20 км ниже впадения р. Пельшма	1,6	-	-	1,2	-

Анализ содержания веществ восстановительной природы в локальных (цеховых) стоках показал, что наиболее устойчивыми к окислению кислородом воздуха являются восстановители, сбрасываемые в канализацию целлюлозного производства. Восстановители, содержащиеся в стоках других производств, легко окисляются, создавая типичную для сточных вод предприятий ЛПК ситуацию дефицита растворенного кислорода.

Основными источниками веществ-восстановителей, эффективно взаимодействующих с пероксидом водорода и устойчивых к окислению кислородом воздуха, являются выпарные конденсаты цеха варки целлюлозы. При этом концентрация восстановителей, титруемых пероксидом водорода в сточных водах ЦБП, соответствует содержанию в технологических конденсатах сульфат-целлюлозного производства соединений восстановленной серы (таблица 3).

Таблица 3.

Состав метанольных стоков, образующихся в технологических конденсатах сульфат-целлюлозного производства Котласского ЦБК

Конденсаты	м ³ /час	Количество образующихся соединений кг/час				
		СН ₃ ОН	Н ₂ S	СН ₃ SH	(СН ₃) ₂ S	(СН ₃) ₂ S ₂
Конденсат ПСБЦ	184	108,0	3,13	1,03	13,98	1,03
Конденсат сток ПСБЦ (варка, выпарка)	180	288,0	23,4	12,6	10,8	6,3
Конденсат КБП (варка, выпарка)	500	325,0	22,5	15,0	17,5	4,5
Итого:	864	721,0	49,03	28,63	42,28	11,83

Как следует из приведенных данных, концентрации Н₂S, СН₃SH, (СН₃)₂S, (СН₃)₂S₂ в конденсатах варьируют в пределах 10 – 50 мг/л = (0,2 – 1) · 10⁻³М. При смешении со стоками других производств происходит 10 – 30 – кратное разбавление конденсатов, так что содержание соединений восстановленной серы в смешанном стоке может достигать 10⁻⁴ М, т.е. на уровне содержания веществ, титруемых пероксидом водорода.

Сохранение токсичности сточных вод ЦБП в отношении различных аэробных тест-организмов (бактерий, инфузорий, зеленых водорослей, цериодафний) на всех

стадиях очистки согласуется с низкой эффективностью очистки стоков как от веществ-восстановителей, эффективно взаимодействующих с H_2O_2 , так и от соединений восстановленной серы.

Возможной роли соединений восстановленной серы в формировании токсических свойств сточных вод ЦБП в литературе не придавалось должного значения. С одной стороны, известно, что соединения восстановленной серы являются типичными компонентами сточных вод ЦБП, причем содержание только метилсернистых соединений даже в сточных водах, прошедших биологическую очистку, достигает 0,2 – 0,4 мг/л (А.М. Бейм, А.Б. Ошаров, 1984 г.). С другой стороны, рыбохозяйственные значения ПДК для этих соединений не установлены и контроль за ними не ведется. В то же время, как следует из анализа литературных данных, присутствие в природной воде соединений восстановленной серы даже на уровне 1 мкг/л может приводить к нарушению популяционных и ценологических отношений и, в конечном счете, к нарушению экологической обстановки в водоеме. Особенно чувствительны к действию соединений восстановленной серы рыбы на личиночной стадии развития.

Совокупность литературных данных и результатов собственных исследований позволяет с большой степенью достоверности утверждать, что именно соединения восстановленной серы, в том числе и неидентифицированные, обуславливают восстановительную активность и токсичность сточных вод ЦБП. Другие известные токсиканты, содержащиеся в стоках предприятий ЛПК вносят лишь дополнительные, различные для разных предприятий, эффекты токсикации природной среды.

Выводы

В целом, воздействие сточных вод ЦБП на экосистемы северных рек может быть охарактеризовано минимальным числом интегральных показателей: токсичностью (в отношении инфузорий, цериодафний и светящихся бактерий), содержанием в воде веществ-восстановителей (эффективно взаимодействующих с пероксидом водорода соединений восстановленной серы), содержанием в воде растворенного кислорода, наличием взвешенных веществ и окрашенных соединений (мутностью и цветностью). Такие групповые показатели загрязнения сточных вод, как ХПК, СПАВ, содержание нефтепродуктов, летучих фенолов и т.д., а также содержание в сточных водах индивидуальных загрязняющих веществ (ионов тяжелых металлов, хлорорганических соединений, полиароматических углеводородов и т.д.), характеризуют эффективность работы очистных сооружений по этим показателям и вносят свой вклад в интегральный показатель – токсичность сточных вод

Библиография

1. Драгинский В. Л., Алексеева А. П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод // Научное издание, Москва, 2005 г.
2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка //М: Издательство МГУ, 1996 г.
3. Фрог Б.Н. Водоподготовка // Москва, 2016 г.

Разливы нефти и методы их устранения

Хайрутдинова С.К. – (студент Гидрогеологического факультета, кафедры «Строительство систем и сооружений водоподготовки и водоотведения», e-mail: swetlana.hayrutlinowa@mail.ru, Никифорова Л.О. – (д.б.н., профессор Гидрогеологического факультета, кафедры «Строительство систем и сооружений водоподготовки и водоотведения», e-mail: lidianic@rambler.ru)*

Аннотация

В статье рассмотрены причины аварийных разливов нефти в морских водах за последние 10 лет.

Представлены основные методы утилизации собранных нефтепродуктов и эффективность применяемого оборудования. Определены основные задачи для разработки новых методов очистки воды и показана необходимость разработки более совершенных и быстровозводимых очистных сооружений. Строительство систем утилизации собранных нефтепродуктов должно иметь модульное исполнение для сокращения времени ликвидации экологического воздействия на прилегающих территориях.

Ключевые слова

Методы сбора нефти, утилизация нефтепродуктов

Теория

Массовое использование нефти и продуктов переработки углеводородов помогло человечеству шагнуть на новую более высокую ступень развития. Использование нефтепродуктов, как в виде топлива, так и в виде компонентов для получения различных видов продукции, используемых в строительстве, машиностроении, медицине позволяют создавать и совершенствовать определенные благоприятные удобства для населения.

Поэтому добыча, транспортировка и переработка нефти требует от специалистов внимательного и ответственного отношения к выполняемой работе. Нефть и нефтепродукты в случае аварийных ситуаций несут угрозу, как водным ресурсам, так и загрязнению на значительных территориях воздушного бассейна токсичными легко испаряющимися фракциями.

Постоянные аварии на нефтепромыслах и несанкционированные сбросы топлива в мировой океан говорят о том, что человечеством ещё не до конца осознаны возможные негативные последствия этих загрязнений [1].

Поэтому проблема загрязнения Мирового океана и разработка методов устранения последствий аварий являются самой острой и актуальной в настоящее время.

За последнее десятилетие произошли крупнейшие катастрофы, связанные с разливами нефти:

1) В Мексиканском заливе 20 апреля 2010 года на нефтяной платформе Deepwater Horizon в результате взрыва на протяжении более 3 месяцев на поверхность залива вытекало нефти до 700 т в сутки.

2) Экологическая катастрофа, произошедшая в Норильске 29 мая 2020 года из-за утечки дизельного топлива при разгерметизации бака, также создала чрезвычайную ситуацию на побережье Карского моря. Нефтепродукты оказались в реках Амбарная и Далдыкан, а также практически во всех их притоках. По данным «Норникеля» и WWF, нефтепродукты пока не попали в озеро Пясино, откуда вытекает река Пясино протяженностью 818 км, впадающая в Карское море. По версии руководства «Норникеля» и властей Красноярского края, авария произошла из-за погодных условий. «Внезапно» 29 мая просели фундамент и опоры, на которых стоял резервуар с дизелем на территории ТЭЦ-3. Это в очередной раз показывает, насколько халатно относятся руководители предприятия к окружающей среде. Объяснения руководителей предприятия тем, что «оторвалось днище» показали, что техника безопасности на территории хранилища практически не соблюдается как по взрывоопасности, так и по экологической безопасности.

3) В Израиле произошёл разлив нефти 22 февраля 2021 года, что заставило власти Израиля закрыть все средиземноморское побережье на протяжении 170 километров.

Программы ООН по использованию природных ресурсов до 2022 года

Эти разливы показали, как человек своими руками может в течение нескольких часов уничтожить природу, а на восстановление этих территорий потребуется не одно десятилетие.

На Конференции в ООН, состоявшейся в июне 2012 году в Бразилии, было предложено использовать природные ресурсы, максимально сохраняя экологию мирового океана и воздушного бассейна. Официальное название конференции «РИО+20», предполагало, что в центре обсуждения станет оценка прогресса по сохранению и поощрению исследований, связанных с разработкой рекомендаций по устранению негативных последствий разливов нефти в мировом океане.

Основными вопросами, которые потребовали согласования на уровне глав государств и правительств, были цели устойчивого развития производств, отказ от субсидирования добычи нефти в мировом океане, трансфер технологий, совершенствование экологического образования, а также статус Программы ООН по окружающей среде.

Конференция ООН приняла Декларацию по окружающей среде и развитию, включающую в себя 27 рекомендательных принципов, в рамках которых раскрывается существо и цели реализации концепции устойчивого развития, соотношение национальных и общечеловеческих интересов, роль государства, различных социальных слоев населения, роль образования.

С 2009 года 8 июня отмечается Всемирный день океана. День водных ресурсов 22 марта ежегодно проходит под девизом «Наши океаны, наша ответственность».

Катастрофа 22 февраля 2021 г. у берегов Израиля показала, что уровень ответственность нефтепромышленников находится до настоящего времени на низком

уровне. Источник загрязнения у берегов Израиля пока не установлен. Предполагается, что несколько танкеров по неосторожности или даже сознательно слили в море мазут. Европейское агентство по безопасности морского судоходства заявило, что это могло произойти в 50 километрах от израильского побережья.

В результате разлива нефти погибли сотни морских животных. Погибло много морских обитателей: черепахи, морские птицы и один финвал. На берег выбросило 10-метрового молодого кита.

На расчистку зараженной территории наряду со специалистами пришли военные и многочисленные добровольцы. Некоторые из них, надышавшись ядовитыми парами летучих фракций, были госпитализированы. Поэтому власти запретили далее добровольцам помогать профессионалам без соответствующего защитного обмундирования.

Последствия нефтяных разливов

Нефтяные разливы всегда негативно влияют на водную среду [3]. Какое дальнейшее воздействие этих нефтяных пятен на морских обитателей практически нельзя предвидеть. Также нельзя сказать, какие физико-химические процессы будут протекать в соленой воде при разных температурах, и конкретно какие продукты распада разных фракций нефти как повлияют в совокупности на разных морских обитателей (рис. 1, 4, 5). Это обусловлено тем, что маслянистые выбросы имеют разные свойства и составы. Также будет влиять сила ветра, направление волн. Близость берега и скал по-разному влияют на структуру и объемы агломератов из нефтепродуктов. В зависимости от температуры воды и воздуха испарение и разложение составляющих нефти имеют также разную интенсивность и специфику. В результате совокупности этих сложных взаимосвязей нельзя дать ответ, что конкретно в каждом отдельном случае будет с конечными продуктами распада нефти в мировом океане.

Огромное количество смолы, выброшенной на побережье Израиля (рис. 1), привело к осознанию катастрофы после того как была наглядно видна картина уничтожения животного мира в данной водной акватории: оперение морских птиц покрылось маслянистой плёнкой (рис. 2); пропитанное маслами оперение неспособно удерживать тепло, в результате птицы начинают мёрзнуть. Перьевого покров стал более тяжелым и птицы не могут летать или летают с трудом (рис. 3). Многие виды рыб гибнут даже от небольшой концентрации в воде растворенных углеводородов, которые относятся к классу токсичных соединений. Теряется жизнеспособность икринок, отравленных пестицидами и тяжёлыми металлами. Живые организмы, обитающие в верхнем слое воды, погибают под нефтяными пленками от недостатка света и кислорода.



Рисунок 1. Последствия выброса смолы



Рисунок 2. Маслянистая плёнка на оперении птиц



Рисунок 3. Перьевой покров стал тяжелым



Рисунок 4. Последствия сброса мазута



Рисунок 5. Состояние побережья после аварии

Технологии сбора нефтяных загрязнений

В настоящее время боновые заграждения являются наиболее часто применяемыми техническими средствами для перехвата легких плавающих фракций нефти (рис.6).



Рисунок 6. Боновые заграждения

Однако тяжелые фракции нефти частично растворяются в воде, а остальная масса осаждается в виде придонных осадков. Использование бонов позволяет под влиянием течения нефтяным пятнам сместиться к одному из берегов, а далее с помощью насосов-скиннеров откачивать топливо в емкости. Резервуары наполняются нефтепродуктами, далее их сепарируют с целью разделения воды и топлива. Губернатор Красноярского края Усс А.В. предложил после аварии в Норильске вытекшее топливо сжигать, как якобы это единственный способ утилизации [4]. Но это арктическая зона и такое количество сжигаемого топлива неизбежно негативно скажется на всей прилегающей территории.

Данная технология полностью дизельное топливо откачать не сможет, так как боновые заграждения задерживают нефть, а в данной аварии имеет место разлив нефтепродуктов. Дизельное топливо токсичнее, чем нефть, и содержит химические соединения, которые не улавливаются бонами. Они растворяются в воде, и будут находиться там долгие годы, оказывая негативное воздействие на рыб и другие водные организмы. Кроме того часть топлива будет испаряться с поверхности земли, влияя на здоровье людей, проживающих на данной территории. Поэтому в условиях северной природы последствия этой аварии будут наблюдаться еще очень долго, что отразится на многовековом образе жизни коренных народов [2].

Применение сорбентов

Современные методы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в водных акваториях предлагают кроме механического сбора плавучими заграждениями использовать физико-химические способы, основанные на применении сорбентов. Сорбенты изготавливают из различных материалов в виде рулонов или порошков. Это могут быть опилки, льняная костра, рисовая и гречишная шелуха. Очищающего эффекта добиваются, рассыпая или раскладывая на загрязненную поверхность сорбирующий материал. Впитывая маслянистую жидкость, сорбент очищает поверхность воды. Осевшую на дно или растворенную в воде смесь, сорбент очистить не может.

Биологический способ очистки

Используется также биологический способ очистки. На разлитое нефтяное пятно выливают растворы, содержащие микроорганизмы, адаптированные к нефтяным углеводородам. В результате биохимических реакций расщепляются сложные органические молекулы до углекислого газа и воды. В настоящее время технологи, работающие на нефтеперерабатывающих предприятиях, считают, что биомерация – наиболее эффективный способ очистки вод от маслянистых пятен. Использование биопрепаратов при аварийных разливах достаточно эффективно, но это медленный процесс, особенно если биохимические процессы должны протекать при низких температурах.

Выводы

1) По решению Правительства России в 20-30 годы начнется активная добыча нефти в Арктике, что может создать условия также и для негативного воздействия на природные ресурсы. В результате Северный морской путь станет серьезной транспортной артерией, что неизбежно может привести к загрязнению углеводородами воды мирового океана в случае безответственного отношения транспортных компаний к природе Арктики. А низкие температуры в случае аварийных ситуаций и разливов нефти

будут сдерживать эффективность восстановления природных ландшафтов и очистку водных акваторий.

2) Продуманное и бережное отношение населения к окружающей среде не только при эксплуатации водных акваторий, но при проведении геологоразведочных работ позволит сохранить северные территории в первоначальном виде и не станет причиной гибели животного мира.

3) Строительство модульных, быстровозводимых систем очистки морской воды при разливах нефти позволит сокращать время ликвидации нанесенного ущерба прилегающим территориям и акваториям. Поэтому актуальной задачей в настоящее время является разработка новых конструкций и систем, способных максимально быстро утилизировать, собранные нефтяные пятна и растворенные в воде продукты деструкции тяжелых фракций нефтепродуктов.

Библиография

1. Владимирова В.А. Катастрофы конца XX века / В.А. Владимирова и др.// М.: Геополитика, 2001.- 424 с. ISBN 5-93721-042-7.
2. Владимирова В.А. Радиационная и химическая безопасность населения /В.А. Владимирова, В.И. Измалков, А.В. Измалков //М.: Деловой экспресс, 2005. -543 С.
3. Демельханов М.Д. Экологические последствия разливов нефти / М.Д. Демельханов, З.П. Оказова, И.М. Чупанова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 91-94; URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35730> (дата обращения: 27.02.2021).
4. Разлив нефти - пути предотвращения и ликвидации. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.oilforum.ru/> (дата обращения: 25.02.2021).