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

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
ТОМ III

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

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

31 марта - 1 апреля 2022 г. | 31 March - 1 April 2022

Москва | Moscow

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

Молодые – Наукам о Земле : в 7 т. Материалы X Международной научной конференции молодых ученых «Молодые - Наукам о Земле» – М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022.

Т. 3 : Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле гидрогеология, геоэкология, строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. - М. :
Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022. – 346 с.

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

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ»

1. Роль тектонофизических и тектонодинамических процессов при установлении гидрогеохимической зональности месторождений термоминеральных и промышленных вод, на примере отдельных регионов Республики Узбекистан

Гафуров Тимур Абдуллаевич* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», timur-02151980@mail.ru), Рахим Ахмедович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»), Никита Михайлович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» nikita.gonchar.19_97@mail.ru).....12

2. Современные проблемы представления гидрогеологической информации при мелкомасштабном картографировании и пути их решения

Егоров Т.С. (ФГБУ «Гидроспецгеология», tsegorov@mail.ru).....16

3. Результаты и перспективные направления региональных гидрогеологических работ на территории Российской Федерации

Егорова В.А.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, v.a.egorova@mail.ru), Дубровин К.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, Kadubrovin@gmail.com).....22

4. Особенности формирования Зиминского месторождения пресных подземных вод (Ангаро-Ленский артезианский бассейн)

Кураничева А.И. * (АО «Росгео» АО «Урангео» Ангарская экспедиция, kuranicheva.ai@mail.ru), Ланкин Ю.К., (АО «Росгео» АО «Урангео» Ангарская экспедиция, yur-lankin@yandex.ru).....26

5. Современное состояние изученности родников в городе Москве (к 20-летию издания книги Родники Москвы)

Несынова Е.А.* (ГПБУ «Мосэкомониторинг», lesekn09@yandex.ru), Егоров Ф.Б. (ГПБУ «Мосэкомониторинг», f.egorov@me.com).....32

6. Подход к проектированию с помощью теории копул

Новгородова М.А.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, novgorodovama@mgri.ru), Горобцов Д.Н. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, gorobtsovdn@mgri.ru).....38

7. Особенности химического состава гидротермальных ореолов рассеяния открытых полей Коралловое и Молодёжное

Петров В.А.* (Санкт-Петербургский Горный университет, vladimir@spmi-petrov.ru), Судариков С.М. (Санкт-Петербургский Горный университет, Sudarikov_SM@pers.spmi.ru), Наркевский Е.В. (АО «ПМГРЭ», egor_narkevsky@mail.ru).....42

8. Динамика водного режима месторождения термальных вод Ходжа-Оби-Гарм как индикатор деградации оледенения гор Гиссаро-Алая

Разыков Б.Х. (Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана, razykov@bk.ru).....48

9. Создание комплекта карт гидрогеологического содержания масштаба 1 : 200000 листа М-38-XV (Котово) (авторский вариант)

Светашова К.Д.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул.Маршала Рыбалко, д. 4, svetashova_kseniya@mail.ru), Кокорева С.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, kokoreva@geomonitoring.ru).....53

10.Ретроспективная оценка источников загрязнения грунтовых вод с использованием анализа их возраста

Семенов М.Е.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», semenov_m_e@msnr.ru), Куваев А.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология», kuvaev@msnr.ru).....59

11. Опыт применения методов гравиразведки и магниторазведки при выявлении урановых оруденений на примере месторождения Агрон

Тангиматов Ж.У.* (Магистр Ташкентского Государственного Технического Университета, tangmatovjurabek@gmail.com), Турсунметов Р.А. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tursunmet@rambler.ru),Тё В.С.* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru).....64

12. Оценка теплового потенциала территорий Республики Калмыкия, Астраханской области и части Республики Дагестан в энергетических целях по данным имеющихся скважин

Ткачев Т.А.* (МГРИ-РГГРУ, tcka4ev.timofei@yandex.ru).....70

13. Ультразвуковое продвижение массопереноса в процессе подземного выщелачивания урана

Халимов И.У.* (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои, halimov_@bk.ru), Шарафутдинов У.З. (АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Республика Узбекистан, г. Навои), Каримов И.А. (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои), Тохиров Г.Р. (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои)……74

14. Возможности электромагнитных методов при выявлении водоносных горизонтов локального распространения

Хасан Фаррухович* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», nikita.gonchar.19_97@mail.ru), Никита Михайлович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» nikita.gonchar.19_97@mail.ru) Хасан Махмудович (Магистр «ТГТУ», turapovhasan79gmail.ru),Рахим Ахмедович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»)……78

15. Комплексы гидродинамических исследований скважин для исследования фильтрационных характеристик угольных пластов и анализа эффективности геолого-технических мероприятий

Шишляев В.В.* (ООО «Газпром проектирование», shishlyaev@yandex.ru), Черепанский М.М. (МГРИ, vodamch@mail.ru).....83

СЕКЦИЯ «ГЕОЭКОЛОГИЯ»

16. Анализ распределения объектов природного комплекса Москвы по муниципальным районам Южного административного округа в 2021 году

Бажинова К.Д. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», kristinabajinova@mail.ru), Орлова Я.Н. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», orlovayn@mgri.ru).....88

17. Перспективы перевода угольных котельных на альтернативные виды топлива

М.Н. Бахтина (МГРИ, mariabax20@yandex.ru).....94

18. Комплексная оценка экологического состояния Юго-Западного лесопарка

Богданова М.В.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», marina_bog@mail.ru), Елгаенкова В.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», elgaenkova.vika@yandex.ru).....97

19. Исследование влияния лесозаготовительной деятельности на состояние малых водотоков средней тайги Северо-Западного федерального округа

Богинская А.И.* (МГРИ, sashaboginskay@inbox.ru), Видлер А.Д. (Университет ИТМО, advidler@itmo.ru).....102

20. Мониторинговые исследования геологических объектов с применением беспилотных летательных аппаратов

Богоявленский И.В.* (ИПНГ РАН, igorbogoyavlenskiy@gmail.com).....107

21. Очистка дымовых газов от СО2 абсорбционным методом

Бочко А.А.* (МГТУ им. Н. Э. Баумана, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, aleks.bochko@mail.ru), Е.С. Навасардян, (МГТУ им. Н. Э. Баумана, navasard@mail.ru).....112

22. К вопросу о рекультивации нарушенных земель в арктических условиях

Воробьева Е.М.* (МГРИ, tigew79@gmail.com), Щерба В.А. (МГРИ, shcherba_va@mail.ru).....117

23. Изучение диффузных источников загрязнения Клязьминского водохранилища методом дистанционного зондирования

Галковский Н. С.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, ngalkovskiy@gmail.com).....122

24. Анализ причин возникновения аварий на внутрипромысловых нефтепроводах

Григоров Д.А.* (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени С. Орджоникидзе, Volier555@mail.ru), Брылов Д.С. (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени С. Орджоникидзе, brylovds@mgri.ru) 125

25. Особенности воздействия суммарного магнитного поля Земли на окружающую природную среду и здоровья населения (на примере жилого района Теплый Стан)

Грунчева Д.В.*(Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва (РГГРУ, МГРИ), dasha.gruncheva@list.ru).....130

26. Особенности идентификации объектов экологического учета

Давшан А.С.* (МГРИ davshan97@mail.ru).....133

27. Оценка экологических рисков на предприятиях нефтегазового комплекса

Долгополова О.Н., к.э.н., доцент кафедры техносферная безопасность (ondolgopolova@mail.ru).....137

28. Экологическая оценка степени загрязнения вод реки Паз (Мурманская область)

Дорош И.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), dorosh13@bk.ru),Хлебосолова О.А. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru).....141

29. Эффективное и безопасное освоение нефтяных месторождений Нигерии – основа экологической стабильности в регионе

Ибех Н.У.* (РУДН, udosulibe1@gmail.com).....144

30. Полуостров Нуолайнниеми как перспективный объект посещения в рамках учебной геоэкологической практики

Казаков А.В.* (ФБГУН Минмузей РАН, geology07@yandex.ru).....148

31. Опасные природно-техногенные объекты и системы Урала (выявление, регистрация и учет)

Киндлер А.А.* (ФГБУ «Гидроспецгеология» Уральский региональный центр ГМСН, Kindler@gmsn-ural.ru), Худяков А.А. (ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет», aakhud@gmail.com), Зырянова Е.С. (ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет», zes@gmsn-ural.ru).....153

32. Карантин в связи с коронавирусом: положительное и отрицательное влияние на экологическую ситуацию в мире

Коваль А.Д.* (МГРИ, gelya.koval.2014@mail.ru).....159

33. Оценка геологических факторов в связи с обеспечением безопасности территорий атомных станций

Коробова И.В.* (ИГЭ РАН, irakorv@mail.ru), Макеева Е.А. (ИГЭ РАН, leda40@mail.ru), Макеев В.М. (ИГЭ РАН, vmakeev@mail.ru).....163

34. Сравнительный анализ эколого-экономической эффективности применения различных методов рекультивации в условиях криолитозоны

Наполов О. Б. (Газпром ВНИИГАЗ, onapolov@list.ru Кулаков А. П. (Институт геоэкологии РАН, bomberos@inbox.ru).....168

35. Оценка акустического воздействия от электродепо Московского метрополитена

Кутейникова Д.М.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, darya.kuteko@inbox.ru), Савушкина Е.Ю. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, savushkinaey@mgri.ru).....173

36. Горные породы как элемент питания человека

Майорова К.В.* (МГУ имени М.В.Ломоносова, maiksesha@gmail.com), Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В.Ломоносова, ikagrig@inbox.ru).....178

37. Инвазивные виды, произрастающие на территории Москвы и Московской области

Марданова Н.Г.* (МГРИ, mardanova_nazira@mail.ru).....183

38. Возможности применения экоустойчивой архитектуры на примере Рязанского района города Москвы

Марусов Н.А.* (МГРИ, nikos.m@mail.ru),Мазаев А.В. (МГРИ, mazaevav@mgri.ru),Крахина Е.А. (МГОУ, l.k98@mail.ru).....187

39. Развитие экоустойчивой архитектуры в России

Марусов Н.А.* (МГРИ, nikos.m@mail.ru), доцент, к.г-м.н, Мазаев Антон Викторович……192

40. Экологические последствия программы реновации жилья 2017 года в Москве Марценюк В.А.* (МГРИ, martseniukva@yandex.ru).....197

41. Биологическая значимость засоления нефтешламов для месторождений Западной Сибири

Морозов А.В.* (МГУ имени М.В.Ломоносова, morozov8pro@yandex.ru), Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В.Ломоносова, ikagrig@inbox.ru).....201

42. Характер и степень воздействия мегаполиса на экологическое состояние рек (на примере реки Москвы)

Никифорова Е.Д.* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе", himmlichsee@mail.ru), Хлебосолова О.А. (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе", o.hlebosolova@mail.ru).....206

43. Изотопные отношения Sr-90/Cs-137 в разных мерзлотных условиях (на примере Ненецкого автономного округа)

Пучков А.В.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, andrey.puchkov@fciarctic.ru), Яковлев Е.Ю. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru).....211

44. Плотность потока радона в условиях оттаивания мерзлого грунта (имитация многолетнемерзлых пород)

Пучков А.В.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, andrey.puchkov@fciarctic.ru), Яковлев Е.Ю. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru), Тышов А.С. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, tyshov@yandex.ru).....216

45. Формирование и особенности пурпурных грунтов Китая

Пэн Ичжоу* (МГУ имени М. В. Ломоносова, 354151007pyz@gmail.com),

Григорьева И.Ю. (МГУ имени М. В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru)).....220

46. Экологические риски при скважинной геотехнологии освоения угольных месторождений

Пяткова М.Е.* (РУДН, pme821@mail.ru), Есина Е.Н. (РУДН, esina-en@rudn.ru).....224

47. Эколого-геофизический мониторинг шумового загрязнения территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан»

Романов И.С.* (МГРИ, ilyaromanov30@mail.ru).....229

48. Эффективность мусорной реформы в городе Москве

Романова М.И.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», milanaromanova2011@mail.ru).....233

49. Методика оценки территории города при организации мониторинга состояния атмосферного воздуха (на примере г.о.Подольск)

Савельев П.М.* (МГРИ, pivpav_sav@mail.ru), Экзарьян В.Н. (МГРИ, vnekzar@rambler.ru).....238

50. Роль микробного токсикоза глинистых грунтов при экотоксикологической оценке класса их опасности

Садов С.С.* (Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, sergik0599@mail.ru), Григорьева И.Ю. (Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru).....243

51. Мониторинг природных и техногенных физических полей на территории города Москвы

Сазонова В.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, vlada3303@yandex.ru).....248

52. Оценка загрязнённости поверхностных вод и донных отложений водных объектов г. Калуги

Сафронова К.С.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 19ksenya@mail.ru).....253

53. Оценка антропогенной нагрузки на южную часть Хибинского массива

Седова С.С. (ФИЦ КНЦ РАН, Sima.Sedova@mail.ru).....257

54. Возможности экологического мониторинга с помощью глобальной навигационной спутниковой систмы (ГНСС)

Силина А. Р.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, silinaanastasia011@mail.ru), Дамрин А. Г. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, damrin79@mail.ru).....262

55. Техноприродные процессы в урболандшафтах

Смирнов И.Н. (ФГБОУ ВО Национальный исследовательский «Московский государственный строительный университет», don5igor@yandex.ru).....267

56. Роль топографических карт при оценке геоэкологического состояния селитебной территории

Собченко А. А.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, Bambi.201202@gmail.com), Дамрин А. Г. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, damrin79@mail.ru).....272

57. Экологическое воздействие добычи урана на качество подземных вод

Тё В.С.* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru), Турсунметов Р.А. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tursunmet@rambler.ru).....276

58. Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кузбасса

Турушева А.С. * (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, turushevaa@list.ru), Мазаев А. В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, доцент, к.г-м.н, mazaevav@mgri.ru).....281

59. Микробные показатели почв лесопарков Москвы для оценки их экологического состояния

Хатит Р.Ю.* (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, dr.rkhatit@yandex.ru), Сушко С.В. (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский университета дружбы народов; Агрофизический научно-исследовательский институт, rogovaja@mail.ru), Горбачева А.Ю. (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, buyvolova@gmail.ru), Кадулин М.С. (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, tubmaxxl@mail.ru), Сотникова Ю.Л.(Российский университета дружбы народов, analitika.46@mail.ru), Долгих А.В. (Институт географии РАН, an.dolgikh@mail.ru), Иващенко К.В. (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский университета дружбы народов, ivashchenko.kv@gmail.com).....286

60. Оценка эффективности организационных мероприятий йодной профилактики в зонах радиационно-опасных объектов

Хлопук О.Л.* (МГРИ, hlopuk-olga@rambler.ru), Поляков В.М. (МГРИ, texnoles@mail.ru).....290

61. Геофизические методы изысканий в проектах ликвидации объектов накопленного экологического вреда

Чертес К.Л. (СамГТУ, chertes2007@yandex.ru), Букин А.А. (СамГТУ, alkatras_b@mail.ru), Пыстин В.Н.(СамГТУ, vitaliy.pystin@yandex.ru), Машкова А.И. (СамГТУ, mihailova_96@list.ru), Сеянко А.П.* (СамГТУ, artem-seyanko@mail.ru), Тупицына О.В. (СамГТУ, olgatupitsyna@yandex.ru).....295

62. Исследования по динамической оценке минеральных ресурсов на основе устойчивого развития

Чжан Чи* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 282694629@qq.com), Заернюк В.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, zvm4651@mail.ru).....299

63. Почвенно-геохимическая оценка ландшафтного заказника “Теплый Стан”

Шайхутдинова А.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, aiga.aigulka@gmail.com).....304

64. Апробация технологии реагентного капсулирования на примере объекта размещения нефтесодержащих отходов

Шушанян Г.А.* (СамГТУ, gor.shush2001@gmail.com), Ермаков В.В. (СамГТУ, wasiliyermakow@gmail.com), Пыстин В. Н. (СамГТУ, vitaliy.pystin@yandex.ru).....307

65. Оценка уровня загрязнения поверхностных вод реки Печора и ее притоков

Яковлев Е.Ю.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru), Дружинина А.С. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, xumuk271@mail.ru), Дружинин С.В. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, druzhininserg@yandex.ru), Иванченко Н.Л. (Северный Арктический федеральный университет имени М.В. Ломоносова, n.ivanchenko@narfu.ru).....311

66. Анализ методов оценки акустического воздействия на окружающую среду на примере района Некрасовка

Янчиюк В.Д.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), victoriabenx@gmail.com), Абрамова Е.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), abramovaea@mgri.ru).....315

67. Современное полигоностроение России

Ястимова П.С.* (Санкт-Петербургский Горный университет, polina.yastimova@yandex.ru), Новикова Е.С.,(Санкт-Петербургский Горный университет, lea.novikova2011@yandex.ru).....319

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

68. Возобновление мелиорации торфяников

Ерхов А.А.* (МГРИ, erhovaa@mgri.ru).....324

69. Обеззараживание накопительных резервуаров систем ВиВ

Ерхов А.А.* (МГРИ, erhovaa@mgri.ru), Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru).....329

70. Расчёт регулирующих каналов при мелиорации торфяников

Ерхов А.А.* (МГРИ, erhovaa@mgri.ru).....334

71. Комплексные титансодержащие коагулянты в процессах очистки сточных вод горно-обогатительного комплекса

Кузин Е. Н.* к.т.н. доцент каф. промышленной экологии (РХТУ им. Д.И. Менделеева, kuzin.e.n@muctr.ru), соавтор Носова Т.И. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, nti16041998@gmail.com), соавтор

Любушкин Т.Г. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, timlub2000@gmail.com).....338

72. Оценка экономичности работы насосной станции

Сапрыкин Р. А.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», г. Москва, Россия, roman-saprykin@mail.ru).....342

Секция «Гидрогеология»

Роль тектонофизических и тектонодинамических процессов при установлении гидрогеохимической зональности месторождений термоминеральных и промышленных вод, на примере отдельных регионов Республики Узбекистан

Гафуров Тимур Абдуллаевич* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», timur-02151980@mail.ru),
Рахим Ахмедович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»),
Никита Михайлович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» nikita.gonchar.19_97@mail.ru)

Аннотация

В статье изложена роль тектонофизических и тектонодинамических процессов при установлении гидрогеохимической зональности термоминеральных и промышленных вод. Выявлены особенности распределения гидрогеохимической зональности термоминеральных и промышленных вод на примере опорного разреза, построенного по площади Денгизкульского поднятия и Ташкентского артезианского бассейна.

Ключевые слова

Тектонофизика, Тектонодинамика, структура, термоминеральные и промышленные воды.

Источники финансирования

Госбюджетный проект.

Теория

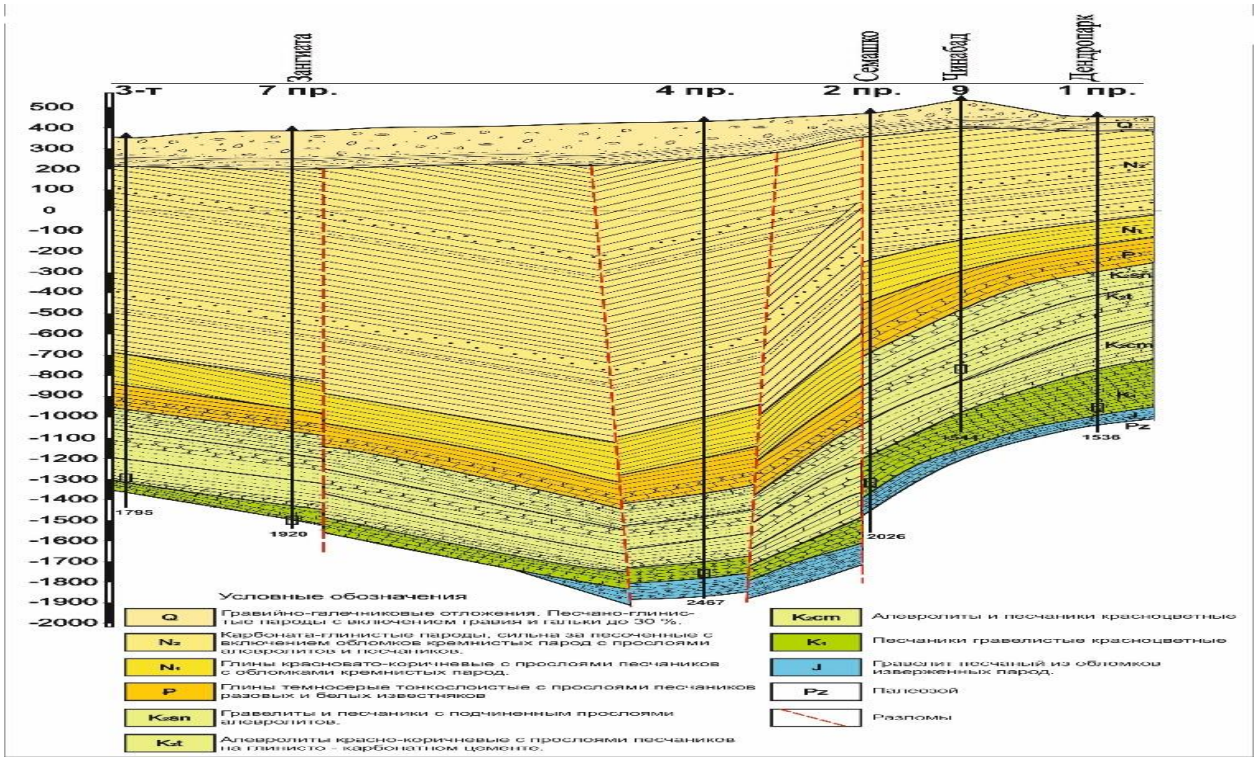
Гидроминеральные ресурсы занимают особое место в укреплении и расширении минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан.

Для прогнозировании гидрогеохимической зональности привлекаются гидрогеохимические, гидрогеологические, литофациальные, структурно-тектонические, и другие факторы.

Современная геодинамика основана не только на ассоциативности тектонических процессов и геологических структур, но и взаимосвязи, взаимодействии, взаимообусловленности геологических и геохимических процессов, участвующих в формировании геодинамических структур. При прогнозировании термоминеральных, промышленных подземных вод, особое место занимает гидрогеохимическая зональность подземных вод, так как выяснение этой проблемы позволит оценить ресурсный потенциал термоминеральных и промышленных вод. При определении гидрогеохимической зональности привлекаются структурно-тектонические, литофациальные, геохимические факторы. В этом аспекте главенствующим фактором служит геотектонические процессы, которые служат первопричиной развития других процессов, участвующих при

установлении гидрогеохимической зональности подземных вод. Необходимо отметить, что геотектонические процессы проявляются не только изменениями структурных форм, вещественным преобразованием, но и энергетическим состоянием геологической среды. Следовательно, особое значение придается на механизм воздействия геотектонических процессов на геологическую среду. Процесс протекания геотектонических процессов целесообразно рассматривать в рамках тектонофизических и тектонодинамических процессов. При тектонофизическом моделировании геологических структур (структурно-тектонической позиции) [2], прежде всего выявляются зоны (структуры) характеризующиеся касательным напряжением слабо-, слабоумеренного характера. Именно эти зоны отличаются ослабленностью за счет развития трещиноватости. Они по существу определяют структуру содержащую полезные компоненты. Своеобразие распределения тектонических напряжений приводит к образованию замкнутой гидравлических зон, где осуществляется циркуляция водных потоков, обуславливающих перенос полезных компонентов. Следовательно, эти явления способствует скоплению полезных компонентов. В целом данная зона отличается подвижностью которая четко реагирует на тектоническую активизацию земной коры, с одной стороны, а с другой стороны лунно-солнечные приливы-отливы, происходящие в эволюции земной коры [3]. Тектоническая подвижность структуры можно рассматривать в рамках тектонодинамического процесса, которые во многом определяет гидрогеохимическую зональность подземных вод.

Так как, за счет термодинамических процессов трещиноватой зоны, содержащей термоминеральные и промышленные воды отличаются активностью, то есть окислительно-восстановительный потенциал подземных вод во многом определяется энергоактивность трещиноватых зон. Как правило в трещиноватых зонах наблюдается испускание потока электронов, за счет тектонодинамических процессов, что во многом



определяет снижение ОВП подземных вод, способствующих скоплению полезных компонентов.

Рис. 1 Опорный разрез месторождения термоминеральных вод Приташкентского артезианского бассейна

Рассмотрено в качестве примера формирование термоминеральных вод в пределах Приташкентского артезианского бассейна (рис.1). Анализ опорного разреза, составленного по термоминеральным месторождениям (Зангиота, Текстильный, Семашко, Дендрапарк и т.д.) Приташкентского артезианского бассейна показал, что термоминеральные воды приурочены к проницаемым сеноманским отложениям верхнего мела, которые приурочены к подвижным тектоническим зонам палеозойских отложений.

Причём сами месторождения термоминеральных вод приурочены к ассиметричными антиклинальными структурами, в которых наблюдаются инверсия физических свойств горных пород, особенно плотностных свойств. С точки зрения тектонофизических процессов указанные структуры характеризуется касательными напряжениями слабо-слабоумеренного характера которые в свою очередь обусловили замкнутость гидравлических зон. Последние благоприятствуют скоплению микрокомпонентов, тем самым обеспечивается гидрогеохимическая зональность микрокомпонентов. В описываемых зонах развиваются сквозные структуры способствующие концентрации полезных элементов, за счет тектонодинамических процессов которые благоприятствуют циркуляции водных потоков, несущих полезные компоненты. Следует отметить именно этот процесс обеспечивает обособленность гидрогеохимической зональности термоминеральных вод в пределах выделенных структур, связанных с месторождениями, хотя они развиты в пределах одного артезианского бассейна. Сквозные структуры по концентрации полезных компонентов также охватывают водоносные горизонты палеозойских отложений. В свою очередь барьером служит напорные водоносные горизонты термоминеральных вод. Влияние водоносных горизонтов палеозойских отложений является в увеличении тяжелых металлов в составе термоминеральных вод. В этом аспекте сильнее проявляется присутствие железистых элементов и их наличие в палеозойском фундаменте проявляется в повышении геомагнитного поля земли. В целом структуры отмечаются градиентными изменениями гравитационного поля. Следует отметить, что тектонофизические и тектонодинамические процессы проявились в краевых частях бассейна где наблюдается снижение минерализации подземных вод, повышение содержания йода, брома и железистых компонентов, способствующие окислительным процессам в подземных водах. Наконец, сквозные структуры концентрирующие полезные компоненты охватывают частично палеозойские водоносные горизонты, что наблюдается повышенное содержание полезных компонентов.

Таким образом, формирование термоминеральных вод в Приташкентском районе можно рассматривать в рамках эволюции тектонических структур палеозойского, альпийского, и неотектонических периодов в формировании которых участвуют тектонофизические и тектонодинамические процессы.

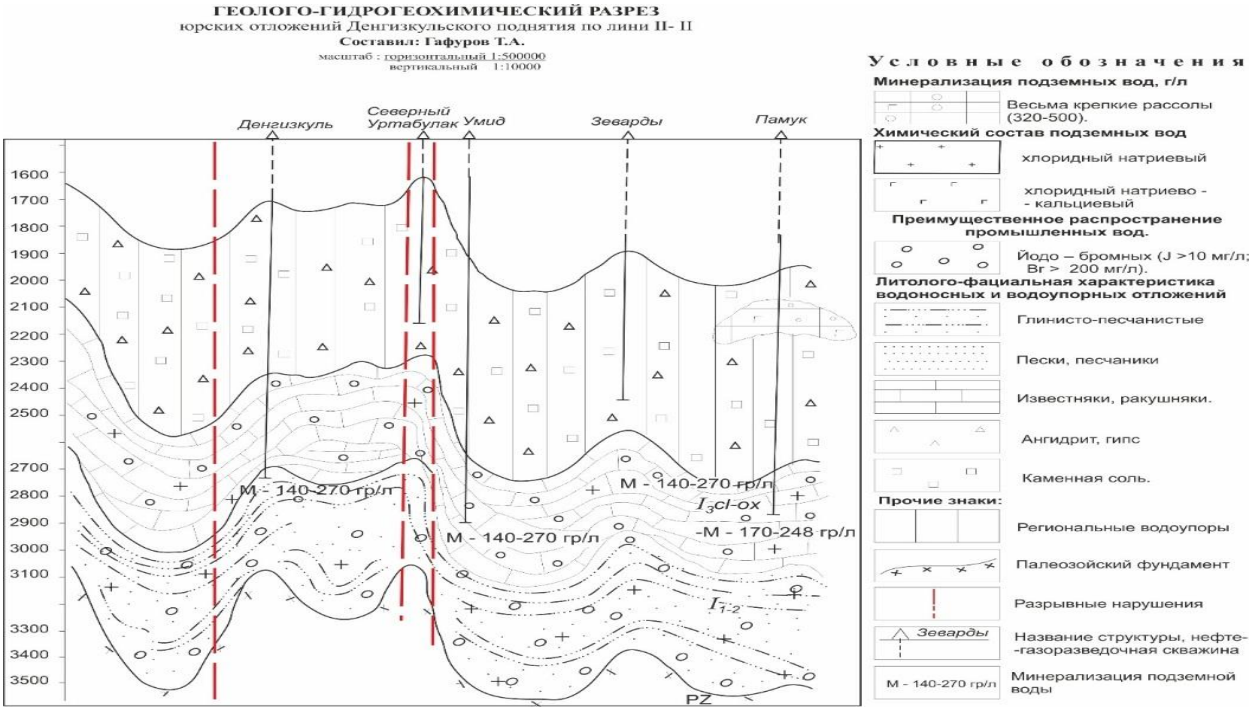


Рис. 2 Геолого-гидрогеохимический разрез юрских отложений Денгизкульского поднятия по линии II-II.

В следующем примере рассмотрим особенности гидрогеохимической зональности промышленных вод в пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна с учетом тектонофизических и тектонодинамических процессов (рис.2).

Потоки разделены тектоническими нарушениями сквозного характера, прослеживающимися практически до поверхности земли, и вокруг их формируются структуры растяжения, содержащие промышленные рассолы. В палеозойских отложениях тектонические зоны характеризуются низкими значениями удельного электрического сопротивления и скоростей сейсмических волн. По этому разрезу можно выделить ассиметричные антиклинальные структуры, и они характеризуются тектоническими структурами альпийского периода (Рис.2). Другой примечательной чертой ассиметричной антиклинальной структуры, связанной с промышленными рассолами, является то, что благодаря гравитационной неустойчивости геологической среды происходит воздымание центральной части структуры, где наблюдаются преимущественные скопления промышленных рассолов, и опускание краевой части, где их содержание резко снижается. В центральной части Денгизкульского поднятия действуют восходящие потоки, характеризующимися высокими значениями брома (800 мг/л) и йода (71 мг/л), которые приурочены к месторождениям Северный Уртабулак и Умид [4], тогда как в краевых частях Денгизкульского поднятия (Денгизкуль, Зеварды, Памук), наблюдается некоторое снижение содержания брома (300 мг/л) и йода (40-60 мг/л). Таким образом, структуры растяжения, связанные с восходящими потоками, являются объектами поисков

промышленных вод. В целом можно отметить, что в распределении полезных компонентов заметную роль играет тектонодинамические процессы, которые развиваются в сквозных тектонических зонах, которые сильнее развиваются в пределах сквозных тектонических зон (Северный Уртабулак).

Выводы

Месторождения термоминеральных и промышленных вод тяготеют к краевым частям артезианских бассейнов, где в качестве фундамента бассейна служит палеозойские структуры;

В эволюции земной коры в альпийских период над тектоническими зонами палеозоя образуется структуры содержащие полезные компоненты адвективного характера, то есть состоит из приподнятого и опущенного блоков, причем благодаря тектонофизическим процессам приподнятый блок характеризуется касательными напряжениями слабоумеренного характера, благодаря чему образуется замкнутые гидродинамические явления, то есть циркуляция, способствующая скоплению полезных компонентов;

Тектонодинамические процессы, вызванные за счет лунно-солнечного прилива-отлива, обусловили образование сквозных структур, концентрирующих полезные компоненты, которые охватывают палеозойские, альпийские и неотектонические структуры, тем самым обеспечили, обособленную гидрогеохимическую зональность в пределах выявленных структур.

Библиография

1. Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С. Введение в тектонофизику: Учебное пособие // М.: КДУ, 2005. – 496 с.

2. Николаев П.Н. Методика тектонодинамического анализа // М.: «Недра» 1992 – 293 с.

3. Турсунметов Р.А., Абдуллаев Б.Д. Особенности формирования гидроминеральных ресурсов в свете новых концепций современной геодинамики // Материалы международной конференции «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан» ГП «НИИМР» Ташкент 2016г. С. 89-94.

4. Шоймуратов Т.Х. Гидрогеологические критерии нефтегазоностности мезозойской водонапорной системы Бухаро-Хивинского региона // автореферат диссертации доктора геол.-мин. наук (DSc) Т. – 2018 г. 57 стр.

Современные проблемы представления гидрогеологической информации при мелкомасштабном картографировании и пути их решения

Егоров Т.С. (ФГБУ «Гидроспецгеология», tsegorov@mail.ru)

Аннотация

При составлении гидрогеологических карт используется огромный объем накопленных эмпирических и модельных данных, которые являются результатом раннее проведенных работ, отличающихся методологической основой, аналитической базой, точностью оценки параметров и характеристик, кругом и полнотой решенных задач, глубинностью картографирования. В статье рассмотрены современные проблемы представления гидрогеологической информации при мелкомасштабном картографировании и предложены пути их решения.

Ключевые слова

Гидрогеологическое картографирование, ГИС, база данных

Теория

Картографическая обработка гидрогеологической информации является эффективным средством обобщения результатов более ранних работ, позволяя создавать гидрогеологические карты различного содержания: гидрогеологические, гидрохимические, прогнозных ресурсов, защищенности и другие. Анализ работ по созданию и применению структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации (СФГИ) при мелкомасштабном картографировании по созданным объектам за последние 20 лет позволил сформулировать основные их недостатки:

1. *Нормативно-методическая обеспеченность.* Нормативно-методические документы мелкомасштабного гидрогеологического картографирования разрабатывались и совершенствовались на протяжении более 50 лет. Несмотря на то, что действующий в настоящее время методический документ [4] направлен на создание цифрового комплекта гидрогеологических карт, де-факто он ориентирован на создание «бумажной» версии с использованием компьютерных средств. Документ имеет существенные пробелы в структуре хранения и представления первичной базы данных и их увязке с картографической продукцией. В этих документах основные понятия как СФГИ, картографический и фактографический фонд, эталонная база знаков, эталонная база данных и прочие не определены, тем более не представлена их структура. Таким образом, формирование используемой информации и данных остается на откуп Исполнителю и, зачастую, представляет собой набор несвязанных таблиц и условную комплектность карт с хаотичным набором слоев покрытий.

Одной из важных проблем остается увязка картографической и фактографической информации между соседними листами или гидрогеологическими структурами. Особенно остро вопрос встает в согласовании гидрогеологического районирования и гидрогеологической стратификации, которые выполнялись по различным схемам и требованиям. К примеру, с 1998 по 2011 г. требования к гидрогеологической

стратификации менялись 4 раза при среднем сроке проведения картосоставительских гидрогеологических работ в течение 3-4 лет. Нередка практика, когда картографирование объектов начинали выполнять по одним требованиям, а заканчивали по другим. При этом эти требования не дополнялись, а значительно изменялись и противоречили друг другу. Существенным моментом являлось то, что последующими нормативными документами не отменялись предыдущие [1]. Фактически наблюдается следующая картина, что согласно утвержденному документу [5] гидрогеологические карты составляются по серийным геологическим легендам на основе местных и региональных стратиграфических схем. Однако на практике активно используется документ [3], где принципы расчленения гидрогеологического разреза основываются на общепринятой стратиграфической шкале.

Решение проблемы нормативно-методической обеспеченности региональных гидрогеологических работ очевидно и заключается в подготовке, апробации и дальнейшем вводе в действие иерархичной и согласованной системы новых методических документов, во главе которых должно стоять методическое руководство по составлению гидрогеологических карт масштаба 1:1 000 000. Для повышения эффективности региональных работ методическое руководство необходимо сопроводить требованиями к составу, структуре и форматам представления гидрогеологической информации, дополнив эталонными базой данных и базой знаков.

2. *Качество информации.* Проблему качества информации можно разделить на 2 группы: зависящую от Исполнителя и независящую. К первой группе помимо ошибок и субъективности Исполнителя относится использование устаревших материалов и игнорирование современных данных. Изобилие фактического материала при его разном качестве требует целенаправленного подхода. Внедрение критериев отбора исходной информации, которые будут определять приоритет источников ее получения, – единственный способ решения данной проблемы. Данные о месторождениях подземных вод следует заимствовать из информационной системы «Учет и баланс подземных вод» и бюллетеней Росгеолфонда; информацию по добыче питьевых, технических и минеральных подземных вод — из форм федерального статического наблюдения № 3-ЛС — для минеральных вод и 4-ЛС — для питьевых и технических подземных вод. Однако для создания комплекта гидрогеологических карт приведенных в них данных недостаточно, поэтому необходим сбор отчетов по разведочным и поисково-оценочным работам на подземные воды, также необходимо привлечение материалов обзорного и крупномасштабного картографирования. Фактический материал должен частично перекрывать территорию листов соответствующей номенклатуры и характеризовать природные условия.

Ко второй группе относятся: быстрое «устаревание» гидрогеологической информации (для территорий с интенсивным использованием подземных вод величина составляет около 20-25 лет); доступность геологических фондов организации (часть отчетов не направляется в общедоступные геологические фонды, хранение осуществляется во внутренних фондах организаций); рукописное и бумажное хранение информации, отсутствие электронных версий отчетов; условность координатных привязок гидрогеологических объектов; искаженные данные из-за их многократной интерпретации под задачи, отличающиеся от исходных; арифметические ошибки и прочее. Выявление проблемы качества информации, связанной с неточностями и ошибками в исходных

данных, полностью зависит от квалификации Исполнителя и его умения итерировать исходную информацию по принципу: целое – частное, частное – целое.

3. *Отсутствие опережающего фактографического фонда гидрогеологической информации.* Несмотря на активизацию региональных работ в последние 20 лет, гидрогеологическая изученность территории России в полистной мелкомасштабной съемке находится на уровне 25% (рис. 1). Внедрение опережающего фактографического фонда гидрогеологической информации позволит не только увеличить прирост гидрогеологической изученности, но и повысить качество картографической продукции, в следствие чего увеличится эффективность использования собранных материалов и согласованность разных карт между собой. При этом опережающий фактографический фонд не должен быть окончательным продуктом, а лишь основой для его последующего пополнения на всех этапах реализации проекта. Создание опережающего фактографического фонда рационально только в случае создания мониторинга региональных гидрогеологических работ. Практика введения мониторинга региональных работ уже внедрена геологами.

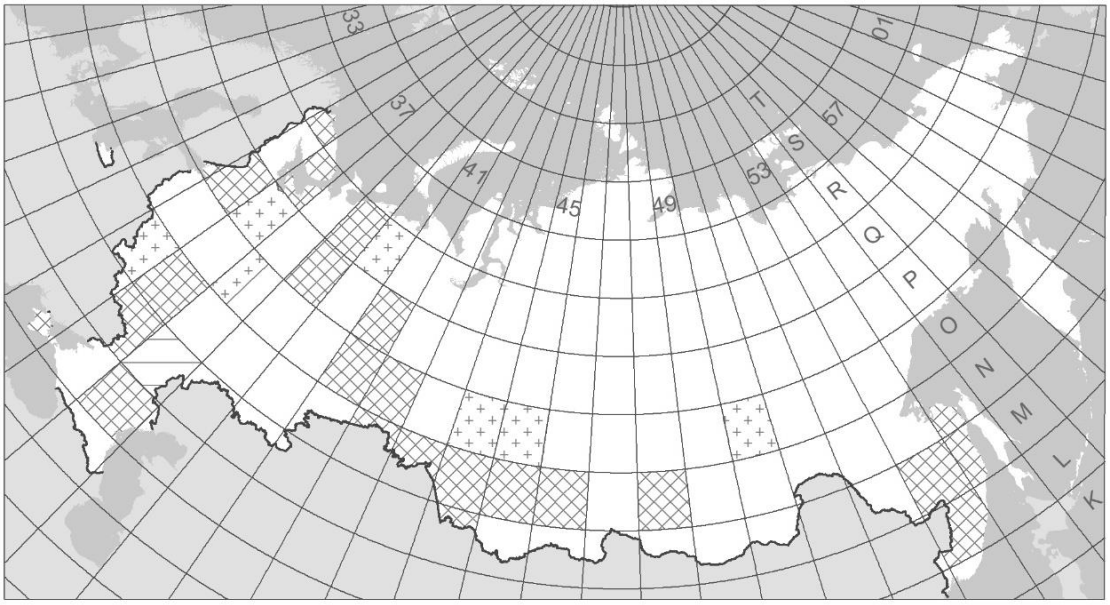


Рисунок 1. *Картограмма гидрогеологической изученности территории России масштаба 1:1 000 000 по состоянию на 01.01.2021 г.*

4. *Нормализация представления картографической продукции.* Согласно [4] цифровые модели карт представляются на основании требований к геологическим картам [2]. Учитывая, что карты гидрогеологического и геологического комплекта различны, Исполнитель вправе трактовать предлагаемые требования по-своему. В результате часть значимой информации (например, полученной в ходе полевых или аналитических работ) может быть не востребована в итоговой продукции или, наоборот, происходит необоснованное ее перенасыщение. Также остается нерешенным вопрос, что должно представляться в печатном, а что в цифровом виде, есть ли необходимость полного дублирования или же полную информацию хранить только в электронном виде, а в

бумажном – частично. Особенно это касается информации, полученной в ходе полевых работ, когда данные сначала вносятся в полевые дневники, акты обследования водопунктов, акты полевых лабораторных исследований, акты отбора проб и прочую полевую документацию; затем эти же данные благополучно дублируются в базы данных и оцифровываются, что неизбежно приводит к техническим ошибкам. Учитывая опыт ведения полевой геологической документации [6], целесообразно начать разработку собственного программного обеспечения, адаптированного под задачи гидрогеологического картографирования.

Еще одной из важных проблем остается отсутствие уникального идентификатора водопункта или беспорядочное его присвоение. В первом случае номера водопунктов принимаются как в первоисточнике, в результате в базах данных хранятся разные водопункты с одинаковым номером. Во втором – уникальный идентификатор определяется порядковым номером внесения водопункта в базу данных, в результате в печатном макете карты найти его становится весьма затруднительно.

Выводы

Большинство проблем необходимо решать незамедлительно, используя системный подход с привлечением широкого круга специалистов. Дальнейшие работы по хранению и представлению информации при гидрогеологическом картографировании рекомендуется направить на: подготовку, апробацию и ввод в действие научно-методических документов, повышающих эффективность региональных работ; создание мониторинга региональных гидрогеологических работ и опережающего фактографического фонда гидрогеологической информации; создание единого информационного онлайн-ресурса на основе составленных гидрогеологических карт; разработку и создание региональных гидрогеологических моделей на основе 3-мерного картографирования как наиболее адекватного способа представления информации о геологической среде.

Библиография

1. Дубинский А.П. Гидрогеологическая стратификация. Вопросы без ответов // Разведка и охрана недр. 2019. № 11. С. 16-21.

2. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Версия 1.6. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2019. 280 с.

3. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 (для ведения мониторинга подземных водных объектов) и унифицированные схемы объектов гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации (артезианских бассейнов) / Составители С.Л. Пугач, С.В. Кокорева, И.А. Коваленко. М.: ФГУГП «Гидроспецгеология», 2011.

4. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. М.: Минприроды, Роснедра, ФГУП «ВСЕГИНГЕО», 2015.112 с.

5. Основные положения по составлению серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 и 1: 1 000 000 / Составители Р.К. Шахнова, М.С. Голицын, В.В. Куренной, Е.В. Полозова, А.А. Шпак (ВСЕГИНГЕО), Л.В. Леоненко (МПР России). М.: МПР РФ, 2001.

6. Червяков Р. В., Перлов Д. К., Коннов А. Г. Использование технологии геологической документации Sherpa на мобильных устройствах при проведении полевых работ // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: матер. 28-й науч конф, Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2019. С. 188-191.

Результаты и перспективные направления региональных гидрогеологических работ на территории Российской Федерации

Егорова В.А.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, v.a.egorova@mail.ru),
Дубровин К.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, Kadubrovin@gmail.com)

Аннотация

Целевое назначение работ – создание картографической основы федерального уровня для решения задач по изучению и оценке состояния, использования и управления государственным фондом недр в части подземных вод, осуществления государственного мониторинга состояния недр и социально-экономического освоения и развития регионов Российской Федерации, включая Арктическую зону.

Ключевые слова

Комплект гидрогеологических карт, гидрогеологическая изученность, ГИС-технологи

Теория

Региональные гидрогеологические работы включают в себя:

- создание комплекта гидрогеологических карт масштаба 1 : 200 000;
- создание комплекта гидрогеологических карт масштаба 1 : 1 000 000;
- создание комплекта специализированных гидрогеологических карт масштаба 1 : 1 000 000;
- сводное и обзорное гидрогеологическое и инженерно-геологическое картографирование масштаба 1 : 2 500 000.

Производственный процесс съемочных работ состоит из трех технологических этапов:

1. Подготовительный период и проектирование.

Выполняются подготовительные работы: оценка изученности района, сбор, анализ и комплексная интерпретация материалов геологического содержания и др. работы. Составляется проектная документация.

2. Производство работ по созданию гидрогеологических карт.

Проводятся полевые, лабораторно-аналитические, полевые камеральные работы.

3. Составление и подготовка к изданию комплекта гидрогеологических карт.

В ходе камеральных работ составляется комплект карт, который сопровождается базой картографической и фактографической информации, а также объяснительной запиской. Все вновь созданные картографические материалы направляются в установленном порядке на апробацию НТС предприятия-исполнителя работ и секции НРС Роснедра. [1]

Карты составляются с применением ГИС-технологий как научное обобщение и интерпретация полученных ранее и в процессе последующего проведения

картосоставительских работ геологических, гидрогеологических, геофизических и других материалов с учетом достижений геологической науки, необходимости и важности их практического использования. Технология создания ГГК-1000 и ГГК-200 основана на принципах современного геологического картографирования и в целях обеспечения преемственности базируется на интеграции материалов гидрогеологических карт предшественников масштаба 1 : 500 000 – 1 : 50 000, Госгеолкарты-1000/3, Госгеолкарты-200/2, а также материалов специализированных съёмок различных масштабов и назначения, развития современных технологий геологического картографирования.[2]

Необходимость проведения региональных гидрогеологических работ обусловлена неравномерной, местами недостаточной гидрогеологической изученностью территории страны (рисунки 1, 2) и ближайшими перспективами развития того или иного субъекта федерации. Гидрогеологические карты 1960-1980 гг., в основном масштаба 1 : 200 000, были представлены в однолистном варианте, не имеющем цифрового аналога.

Результаты гидрогеологических съемок широко используются при:

- оценке пригодности территории для массового строительства и других видов хозяйственного освоения;
- разработке ТЭО крупных объектов строительства с учетом гидрогеологических особенностей территории с характеристикой режима уровня грунтовых вод, фильтрационных свойств горных пород, распространения областей питания и разгрузки подземных вод, установления их химического состава;
- оценки ресурсного потенциала подземных вод и прогнозных ресурсов в пределах гидрогеологических структур или их частей, территорий отдельных субъектов Российской Федерации;
- обосновании, планировании и организации опорной наблюдательной сети государственного мониторинга подземных вод и объектной сети недропользователей в естественных и техногенно-нарушенных условиях.

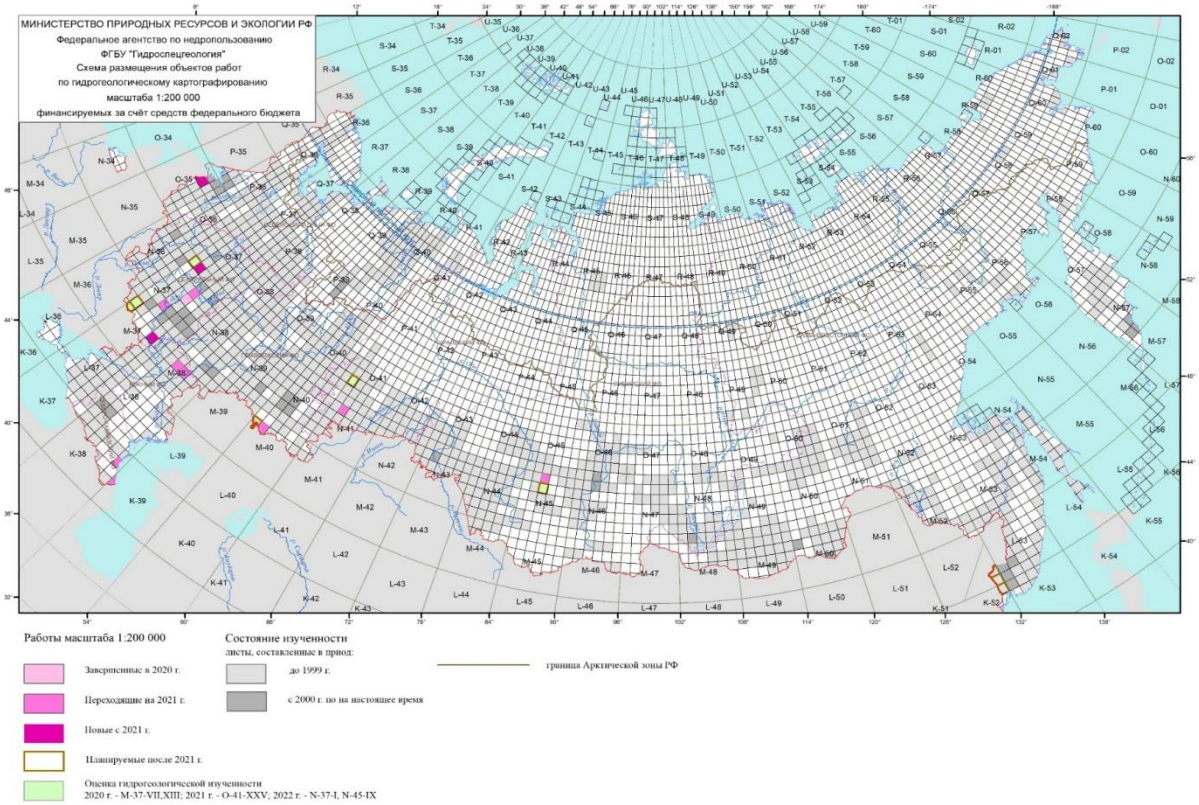


Рисунок 1. *Картограмма гидрогеологической изученности масштаба 1 : 200 000 территории Российской Федерации*

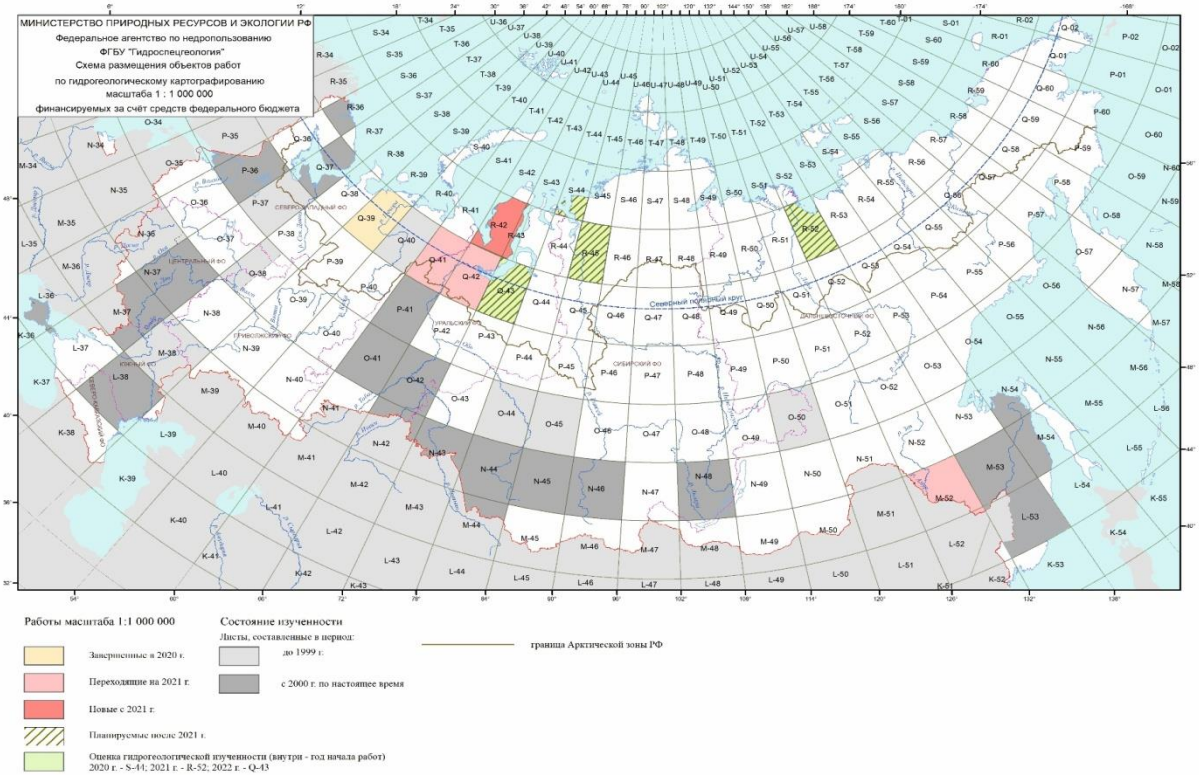


Рисунок 2. *Картограмма гидрогеологической изученности масштаба 1 : 1 000 000 территории Российской Федерации*

Выводы

Комплекты цифровых гидрогеологических карт территории Российской Федерации являются современными геолого-картографическими основами решения вопросов обеспеченности ресурсами подземных вод населения, объектов промышленного и сельскохозяйственного производства; использования подземных вод в лечебно-оздоровительных и санаторно-курортных целях; при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов мелиоративного, гражданского, промышленного, в т.ч. карьерного и шахтного строительства, а также в теплоэнергетике. Карты отражают гидрогеологические условия территории; закономерности распространения и формирования подземных вод; обосновывают выбор перспективных площадей для поисковых работ для хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения и в других целях. Потребителями гидрогеологической информации, получаемой в процессе создания комплектов гидрогеологических карт, являются планирующие организации, государственные и местные органы власти, различные предприятия, осуществляющие хозяйственную деятельность, связанную с использованием и охраной подземных вод.

Благодарности

Благодарность выражается специалистам отдела среднемасштабного картографирования, отдела мелкомасштабного (и обзорного) картографирования Центра ГМСН и региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология» и гидрогеологическому факультету ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе».

Библиография

1. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Минприроды, Роснедра. ФГБУ «ВСЕГЕИ». С-П., 2019 г.

2. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Минприроды, Роснедра, ФГУП «ВСЕГИНГЕО». М., 2015 г.

Особенности формирования Зиминского месторождения пресных подземных вод (Ангаро-Ленский артезианский бассейн)

Кураничева А.И. * (АО «Росгео» АО «Урангео» Ангарская экспедиция, kuranicheva.ai@mail.ru),
Ланкин Ю.К., (АО «Росгео» АО «Урангео» Ангарская экспедиция, yur-lankin@yandex.ru)

Аннотация

Цель настоящего исследования заключалась в выявлении основных геологических особенностей формирования неотектонических депрессий, где происходит локализация пресных подземных вод. Объектом и предметом исследования стало Зиминское месторождение питьевых подземных вод, расположенное в неотектонической депрессии, сложенной аллювиальными отложениями, также гидрогеологические и гидрогеохимические условия данного месторождения, потенциал привлекаемых ресурсов р. Оки.

Исследование неотектонических впадин выполнено на основании анализа работ, осуществленных за период с 1963 по 2005 гг. на Зиминском месторождении пресных подземных вод, расположенном на южной оконечности Сибирской платформы в пределах Иркутско-Черемховской равнины. В ходе работы было изучено происхождение депрессии, образованной пересечением волн погружений и опусканий байкальского и саянского направлений, сопровождающихся локализацией подземных вод. Авторами выполнен анализ благоприятных условий для формирования пресных подземных вод в пределах депрессионной структуры с целью хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Ключевые слова:

Аллювиальные отложения, неотектонические депрессии, привлекаемые ресурсы

Теория

Инфильтрационные водозаборы месторождений пресных подземных вод в аллювиальных отложениях распространены в пределах Иркутско-Черемховской равнины (рис.1). Они образованы в местах пересечения неотектонических депрессий долинами крупных рек, благодаря которым данные месторождения имеют постоянные привлекаемые ресурсы. Такие ресурсы обеспечивают необходимый объем и качество извлекаемой воды.

Одним из таких является Зиминское месторождение пресных питьевых подземных вод, которое приурочено к двум из островов р. Оки – Шехолай и Баранов. Основным продуктивным водоносным горизонтом здесь является грунтовый горизонт аллювиальных отложений поймы, который эксплуатируется Шехолайским водозабором. Он находится в долине р. Оки и расположен на острове Шехолай в 3 км южнее устья р. Зимы. Изученный водоносный горизонт имеет хорошую гидравлическую связь с поверхностными водами и позволяет эксплуатировать привлекаемые ресурсы р. Оки.

Исследуемая территория находится на юге Сибирской платформы в пределах северо-восточной оконечности Иркутской мезозойской впадины II порядка, перекрывающей юго-восточную часть палеозойской Прибайкальской моноклизы [5] – тектонической дислокации I порядка. В строении района работ принимают участия три структурных яруса: палеозойский, мезозойский и кайнозойский. Кайнозойский структурный ярус является результатом проявления новейшей тектоники, сложен озерно-аллювиальными осадками, и приурочен к Предсаянской неотектонической депрессии [4].

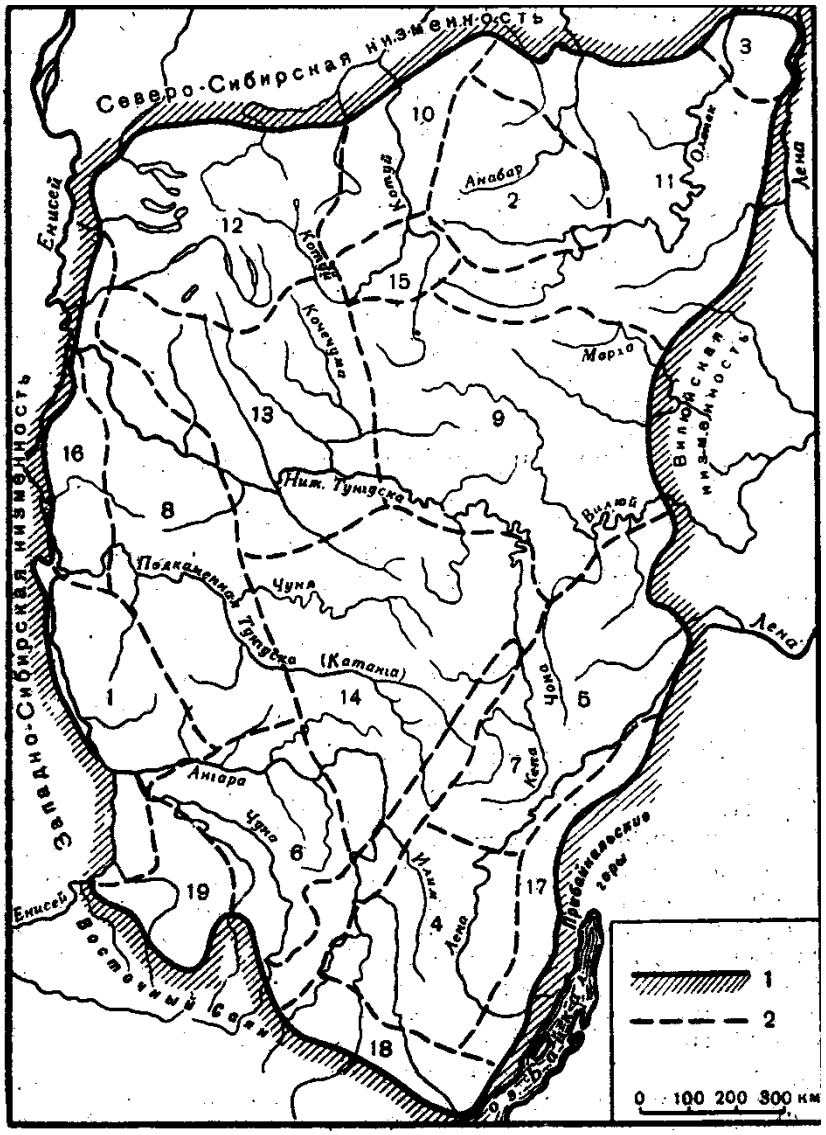


Рисунок 1. *Геоморфологические районы Средне-Сибирского плоскогорья:1-границы области; 2- границы районов.*

1-Енисейский кряж; 2-Анабарский массив кряж; 3-Усть-Оленекский массив (кряж); 4-Лено-Ангарское наклонное плато; 5- Лено-Катангское плато; 6-Ангаро-Чунское трапповое плато; 7-Средне-Ангарский кряж; 8-Западное трапповое плато; 9-Мархинско-Вилюйское трапповое плато; 10-Котуйское трапповое плато; 11-Оленекское плато; 12-Плато Путорана; 13-Нижне-Тунгусское плато; 14-Центральная Тунгусская впадина; 15-Муруктино-Енисейская впадина; 16-Впадина близь устьев рек Подкаменной Тунгусски и

Бахты; 17-Предбайкальская впадина; 18-Иркутско-Черемховская впадина; 19-Канско-Рыбинско-Усольская впадина (По Воскресенскому С.С.,1962).

Предсаянская депрессия представляет собой зону так называемых внутренних дельт [1,2,4,8]. Внутренние дельты – это обширные, слабонаклоненные к северу плоские равнины, образованные резкими расширениями долин, выходящих с гор рек Китой, Иреть, Большая и Малая Белая, Ока, Зима, Ия, Уда. В пределах аллювиальных равнин реки дробятся на рукава, их русла, окаймленные прирусловыми валами, часто располагаются несколько выше заболоченных пойм. Местами внутренние дельты сливаются друг с другом, образуя единую предгорную наклонную аллювиальную равнину, по которой протекают мелкие реки. Мощность аллювия здесь изменяется от десятков до сотен метров [1].

Две зоны современного прогибания простираются параллельно подножию Восточного Саяна [1,4,8]. Это Бельская и Ангарская зоны. Они простираются параллельно подножию Восточного Саяна. Бельская зона проходит от р. Олхи через средние течения рек Иркут, Китой, Большая и Малая Белая до наибольшего расширения долин рек Ока и Зима. Ангарская зона простирается примерно вдоль линии городов Иркутск – Черемхово – Залари – Зима. Для этих зон характерно широкое развитие пойм, низких надпойменных речных и озерных террас. Зоны неотектонических опусканий разделены пологим валообразным поднятием. Шарниры зон несколько раз погружаются и воздымаются, что связано с наличием волн погружений и опусканий, параллельных хребтам байкальского направления и пересекающих саянское направление почти под прямым углом. Эти две системы волновых движений при взаимодействии создали своеобразную решетчатую морфоструктуру Иркутско-Черемховской равнины (рис. 2) [1,8].

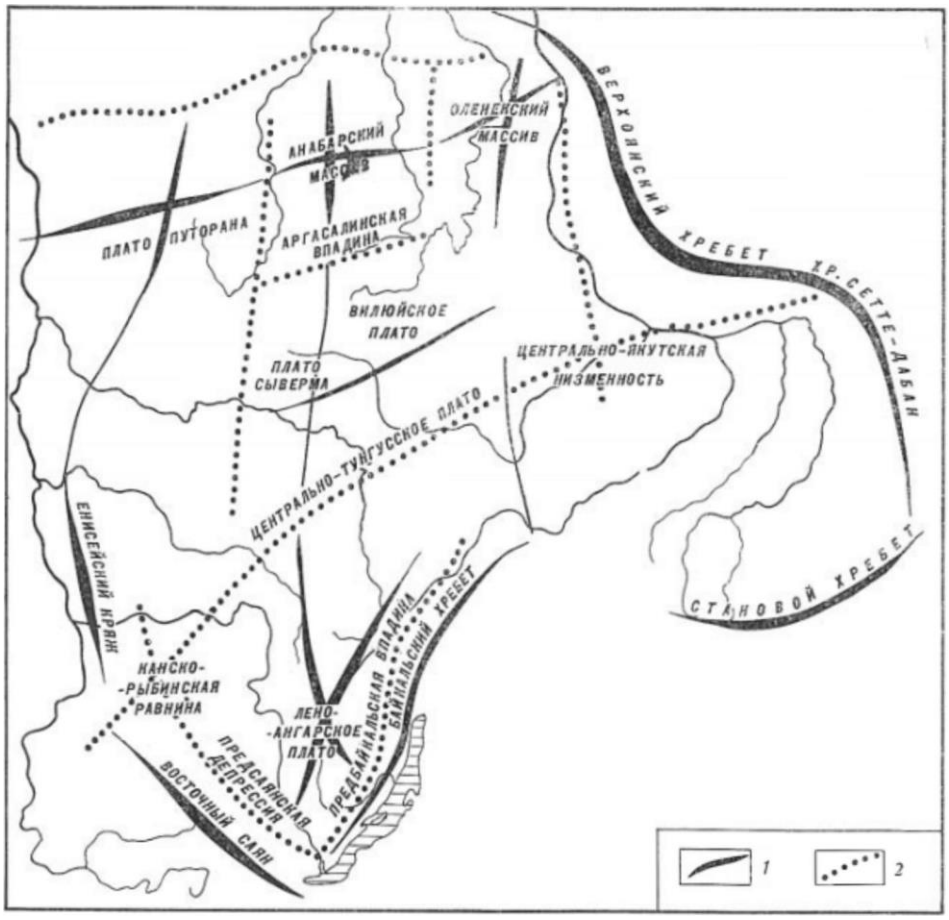


Рисунок 2. *Волны Мезозойско - Кайнозойских поднятий (1) и опусканий (2) под влиянием которых были оформлены главные особенности Морфоструктуры Восточно-Сибирской возвышенной Платформенной равнины (по Адаменко, 1971)*

В местах пересечения зон опусканий саянского и байкальского направлений образованы кайнозойские депрессии, Зимино-Окинская, Среднебельская, Китойская и др. В местах пересечения зон поднятий образованы положительные морфоструктуры (поднятия), где реки из зоны аккумуляции и боковой эрозии вступают в зону интенсивной донной эрозии. Долины их постепенно углубляются, а склоны приобретают ступенчатый структурно-денудационный профиль [1,4].

Участок исследований находится в пределах Зиминской неотектонической депрессии, относящейся к Ангарской зоне прогибания, заполненной хорошо проницаемыми аллювиальными отложениями, ложем которой являются глинистые слабопроницаемые отложения среднего кембрия. Неотектоническая депрессия приурочена к узлу слияния рек Ока и Зима, а также более мелких рек разного порядка. Здесь наблюдается понижение рельефа по площади шириной более 10 км и длиной около 20 – 25 км. Понижение занято аккумулятивной аллювиальной равниной [3,6,7]. В пределах равнины русло р. Оки сильно меандрирует, разделяется на рукава, образуя много островов различного размера. Коллекторские свойства аллювия заметно меняются в зависимости от расположения его в отношении русел рек и их проток. Вблизи русел и на островах русловые фации аллювия промыты и имеют высокие фильтрационные показатели по сравнению с русловыми фациями, удаленными от русел рек [3].

По химическому составу подземные воды аллювиальных отложений Шехолайского водозабора Зиминского МППВ гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией от 0,12 до 0,6 г/дм^3. Увеличение минерализации грунтовых вод и концентрации сульфат аниона в химическом составе прослеживается в зимний период, когда увеличивается переток воды из нижезалегающего водоносного комплекса [4].

Запасы Зиминского МППВ на Шехолайском водозаборе, по состоянию на 2005 год составляют 85,422 тыс. м^3/сут. По данным эксплуатационной разведки 2001-04 г.г. при опытных кустовых откачках из резервных скважин были получены дебиты 13,5 – 46,8 л/с при понижениях уровня 2,18 – 2,92 м. Водопроводимость при этом изменялась от 760 до 2167 м^2/сут. [4].

Выводы

Таким образом, авторы обращают внимание на то, что рассматриваемый участок недр расположен в чашеобразной неотектонической депрессии, заполненной хорошо проницаемыми аллювиальными отложениями, имеет высокие фильтрационные показатели. Проведённый анализ также позволил предположить, что есть и другие участки Бельской зоны современного прогибания. На территории которых могут находиться такие же, сходные по геологическому строению участки недр с водами достаточного качества. Здесь можно прогнозировать такую же хорошую гидравлическую связь с поверхностными водами, обладающие значительным потенциалом привлекаемых ресурсов, которые могут разрабатываться инфильтрационными водозаборами.

Библиография

1. Адаменко О.М. Морфоструктура Сибирской платформы. Геоморфология, 1971,(1):11-21
2. Воскресенский С. С. Геоморфология Сибири. Изд-во МГУ, 1962, с. 102-108, 159-169.
3. Иванилова Р. Ф. Перспективы водоснабжения городов Зимы и Новой Зимы // Месторождения подземных вод Иркутской области. Методика поисков, разведки и оценки запасов: сб. статей / ред. Е. В. Пиннекер, П. И. Трофимчук. Л. :Недра, 1974. с. 140-142.
4. Ланкин Ю.К., Лумпов И.А., Лумпова Ж.М. «Отчет по переоценке эксплуатационных запасов Зиминского месторождения пресных подземных вод на действующем Шехолайском водозаборе по состоянию на 1 января 2005 года» Иркутск, 2005 г, Отчет ТГФ., с.14-29.
5. Малич Н.С. Тектоническое развитие чехла Сибирской платформы, Москва, Недра, 1975, с. 32.
6. Пиннекер Е. В., Писарский Б. И., Ломоносов И. С., Колдышева Р. Я., Диденко А. А., Шерман С. И. Гидрогеология Прибайкалья. М.: Наука, 1968, с. 27-30.
7. Гидрогеология СССР / вед. ред. Ткачук В. Г.; зам. вед. ред. Пиннекер Е. В., Трофимук П. И. . Т. XIX. Иркутская область / ред. А. В. Сидоренко. М.: Недра,1968, с. 96-98.
8. Флоренсов Н.С., Адаменко О.М., Долгушин И.Ю. и др. Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. Серия «История развития рельефа Сибири и Дальнего

Востока». Наука, Москва, 1971 г., с.33.

Современное состояние изученности родников в городе Москве (к 20-летию издания книги Родники Москвы)

Несынова Е.А.* (ГПБУ «Мосэкомониторинг», lesekn09@yandex.ru), Егоров Ф.Б. (ГПБУ «Мосэкомониторинг», f.egorov@me.com)

Аннотация

Работа посвящена оценке современной гидрогеологической изученности родников на территории Москвы. Рассмотрены основные результаты обобщающих работ и данные экологического мониторинга по московским родникам за период 2002-2021 г. Предложены перспективные направления изучения родников в городе Москве.

Ключевые слова

Родник, геоэкология, гидрогеология, подземные воды, Москва

Теория

Родники в Москве являются важными объектами, имеющими большую экологическую, ландшафтную и рекреационную значимость. Родники, как правило, располагаются на природных территориях и являются точками притяжения москвичей и гостей столицы, особенно в летнее время года. Постановлением правительства Москвы № 399 от 30.05.2000 года [3] многие столичные родники признаны уникальными природно-историческими объектами, входящими в Природный комплекс города.

С гидрогеологической точки зрения родники представляют собой участки сосредоточенной разгрузки подземных (чаще всего грунтовых) вод. Изучение родников позволяет судить не только о выходе воды на поверхность, но и косвенно – о состоянии их водосборов. Таким образом, родники можно рассматривать как определённые «маркеры» экологического состояния городских территорий.

Изучение родников в Москве начинает свою историю с XIX века, но в большинстве своём исследования имели несистемный характер, и как правило, являлись лишь частью более широких тем, связанных с изучением гидрогеологических условий и вопросов водоснабжения. Первое наиболее полное обобщение информации о московских родниках выполнено в 2002 году, когда коллективом преподавателей и научных сотрудников кафедры гидрогеологии МГРИ была выпущена монография «Родники Москвы» [5]. Исследования, на основе которых была составлена монография, выполнялись в период с 1997 по 2001 г. по заказу Москомприроды и ВСЕГИНГЕО.

В монографии дана подробная характеристика 64 родников, расположенных на территории города Москвы по административным округам и природно-историческим зонам. Для административных округов дана геоморфологическая характеристика, особенности речной сети, сведения о распространении водоносных горизонтов, представлены карты расположения родников. Для природно-исторических и рекреационных участков описаны геолого-гидрогеологические условия, представлены геологические разрезы. Каждый родник охарактеризован с точки зрения расположения,

каптажа, дебита и температуры воды, типа (восходящий/нисходящий), приуроченности к водоносному горизонту, состояния прилегающей территории, особенностей качества воды, использования населением.

Большое внимание в работе уделено вопросу загрязнения родниковых вод токсичными элементами (Se, Cd, Ba, Be, Mn, Cr). Предложена система классификации, в основе разработки которой учитываются три признака: санитарное состояние родника и области его питания; ландшафтные характеристики участка расположения родника; химический состав и качество родниковых вод, как критерий оценки возможности их использования для питьевых целей. Рассмотрена характеристика родников, как компонентов ландшафта и памятников природы. Предложены маршруты прогулок по наиболее живописным и имеющим исторически-рекреационное значение территориям.

За прошедшие с момента выпуска книги «Родники Москвы» 20 лет накоплен достаточно большой массив данных мониторинга родников, территория города увеличилась более чем в 2 раза, произошли климатические и антропогенные изменения.

В 2005 году под руководством Ю.А. Насимовича была проведена работа [2], в рамках которой сделано описание 210 родников и подобных им водопроявлений на территории города с составлением и актуализацией паспортов. В итоговом перечне значится 125 каптированных водопунктов, 40 полностью благоустроенных, 40 родников на момент работы являлись памятниками природы. По результатам работы предложено включить в перечень памятников природы ещё 31 родник.

Согласно постановлению правительства Москвы № 868-ПП от 7 декабря 2004 года [4] на территории города организован мониторинг геоэкологических процессов, в рамках которого с 2006 года проводится ежегодное обследование и опробование родников (рис. 1). Методика обследования при мониторинге во многом опирается на опыт и рекомендации, изложенные в книге «Родники Москвы». При обследовании проводится оценка технического состояния каптажей водопунктов, экологической ситуации на прилегающей территории, измерение дебита, температуры воды, отбор проб для оценки качества. С 2018 года наблюдения осуществляются специализированной Геологической службой ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Рисунок 1. *Изменение количества наблюдаемых родников с 2006 по 2021 год*

В связи с расширением границ города в период с 2012 по 2020 год проведено геоэкологическое обследование территорий Новой Москвы, в результате которого в

систему мониторинга добавлено 65 родников. К 2022 году сеть наблюдения включает в себя 185 родников.

Результаты экологического мониторинга в настоящее время показывают в целом благополучное состояние родников в городе Москве. Из 185 обследованных в 2021 году родников 65-70% имеет удовлетворительное состояние каптажа и прилегающей территории. По результатам гидрохимического опробования в 2021 году в 39% родников не выявлены превышения ПДК, в 36% обнаружены превышения только по показателям природного происхождения (общая жёсткость, железо, марганец) и только в 25% зафиксированы превышения ПДК по антропогенным показателям (рис. 2). По многолетним данным отмечается уменьшение доли родников с присутствием загрязняющих элементов антропогенного генезиса. [1]

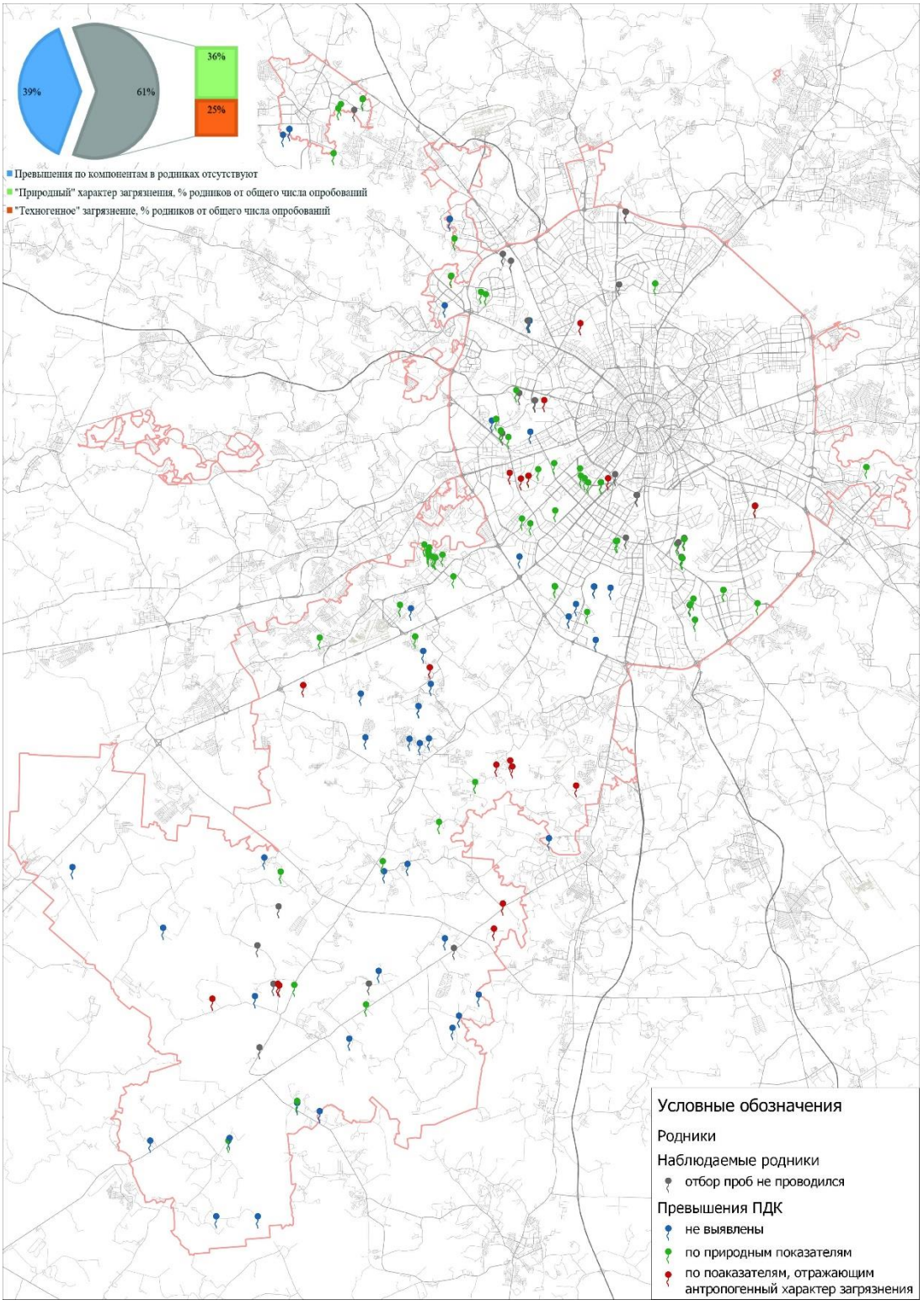


Рисунок 2. *Результаты опробования родников в 2021 году*

Выводы

Современная изученность родников на территории Москвы включает в себя сведения, накопленные с XIX века по настоящее время, однако системное изучение и непрерывный мониторинг были начаты только с 2000-х годов. Имеющаяся на сегодняшний день информация позволяет изучить пространственно-временные закономерности изменения режима и химического состава родниковых вод.

В настоящее время этап поиска и картирования родников на территории Москвы можно считать завершённым. Основной задачей дальнейших исследований является продолжение мониторинга, результаты которого позволят подтверждать или опровергать, выявлять новые тенденции многолетних изменений показателей водообильности родников, температуры и качества воды.

Результаты мониторинга родников могут дать важную информацию для изучения и оценки экологического состояния их водосборных площадей, в том числе для выявления источников загрязнения. Детальные геоэкологические работы могут проводиться на основе данных мониторинга родников с более частыми наблюдениями и дополнительными исследованиями на водосборах.

Обобщение современной изученности московских родников может лечь в основу составления новой расширенной редакции монографии «Родники Москвы».

Благодарности

Авторы выражают благодарность своим коллегам по геологической службе ГПБУ «Мосэкомониторинг» и сотрудникам Гидрогеологического факультета МГРИ, которые оказывали поддержку и помощь при подготовке настоящих материалов: М.Л. Рекуну, С.В. Овсянниковой, Е.А. Телегиной, А.И. Нурисламову, К.В. Белову, Ф.К. Буфееву.

Библиография

1. Егоров Ф.Б. и др. Информационный отчёт по выполнению государственного задания «Мосэкомониторинг» на 2021 год и плановый период 2022 и 2023 годов. Москва. 2021. – 228 с.;

2. Насимович Ю.А. Заключительный отчет о научно-соискательской работе «Выявление и изучение родников и других водопроявлений на территории города Москвы в целях придания им статуса памятника природы» в 2 томах, - Москва, 2005 г. т.1. – 363 с.;

3. Постановление правительства Москвы от 30 мая 2000 года № 399-ПП «О сохранении, обустройстве и использовании природных родников на территории г. Москвы»;

4. Постановление правительства Москвы № 868-ПП от 7 декабря 2004 «Об организации мониторинга геоэкологических процессов в городе Москве»;

5. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. «Родники Москвы», - М.: Научный мир, 2002. – 160 с.

Подход к проектированию с помощью теории копул

Новгородова М.А.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, novgorodovama@mgri.ru),
Горобцов Д.Н. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, gorobtsovdn@mgri.ru)

Аннотация

Подходы к проектированию, основанные на принципе надежности (Reliability-based design – RBD), становятся все более популярными для инженерно-геологических проектов. Любая процедура проектирования или анализа с использованием философии RBD требует статистической характеристики неопределенных параметров. В данной работе представлена теория копул и возможность ее использования при моделировании устойчивости откосов.

Ключевые слова

Теория копул, проектирование, надежность RBD, статическая характеристика, маргиналы.

Теория

Подходы к проектированию, основанные на принципе надежности (Reliability-based design – RBD), становятся все более популярными для инженерно-геологических проектов [1]. RBD обеспечивает рациональную основу для включения неопределенностей (например, свойств грунта, неопределенностей модели) непосредственно в модель инженерно-геологического проекта [1]. Любая процедура проектирования или анализа с использованием философии RBD требует статистической характеристики неопределенных параметров. Данная характеристика выражается в форме точечных оценок, например, среднее значение, коэффициент вариации (COV), квантиль или полная функция плотности вероятности (PDF).

Классический подход в современном моделировании состоит в том, чтобы рассматривать материальные параметры в определяющей зависимости как случайные величины, например, параметры сцепления и трения в модели Мора-Кулона и параметры характеристической кривой грунт-вода (SWCC) в модели ван Генухтена (1980). Очень часто эти параметры демонстрируют значительную корреляцию между собой. Этот аспект делает задачу вероятностной характеристики многовариантной. Точная характеристика корреляции требует не только значения корреляции, но и структуры корреляции. Для этой цели чаще всего используется модель многомерного нормального распределения [2]. Эта модель предполагает гауссовы маргиналы наряду с гауссовой структурой зависимости. Даже популярный трансляционный подход [1] по сути является маргинальным преобразованием, так как структура гауссовой зависимости все еще наследуется. Теория копул [3] предлагает альтернативу традиционным трансляционным моделям.

Копулу можно рассматривать как функцию, которая «связывает» или «соединяет» несколько одномерных маргиналов с их «материнским» общим распределением. По сути, это многомерное распределение с одномерными маргиналами. Теорема Склара (1959) проложила путь к применению теории копул. В ней говорится, что каждая многомерная

кумулятивная функция распределения (CDF) случайного вектора может быть выражена через его маргиналов и копулу. Математически это можно выразить следующим образом:

$$H_{X,Y}(x, y) = C(F_X(x), F_Y(y)|\theta) \quad (1)$$

где $H_{X,Y}(x, y)$ – совместный кумулятивная функция распределения,

$F_X(x)$, $F_Y(y)$ – соответствующее одномерное предельное распределение,

C – функция копулы с параметром зависимости θ.

Согласно теореме Склара (1959), C единственно, если маргиналы $F_X(x)$ и $F_Y(y)$ непрерывны. Аналогично, если существует многомерная кумулятивная функция распределения (CDF) $H_{X,Y}(x, y)$ с непрерывными маргиналами $F_X(x)$ и $F_Y(y)$такая, что u=$F_X(x)$ и v = $F_Y(y)$,то копула C может быть получена следующим образом:

$$C(u, v|\theta) = H_{X,Y}(F^{-1}(u), F^{-1}(v)) \quad (2)$$

где F^{-1} — обратная кумулятивная функция распределения, также известная как функция квантилей для маргинального одномерного распределения.

Легко заметить, что двумерная копула определена над единичным квадратом $[0, 1]^2$, поскольку u ∈ [0, 1], v ∈ [0, 1]. Это означает, что копула также может быть выражена через совместную CDF *U, V* следующим образом:

$$C(F_X(x), F_Y(y)|\theta) = C(u, v|\theta) = P(U \leq u, V \leq v) \quad (3)$$

где *P* представляет собой совместную вероятность.

Совместная функция плотности вероятности (PDF) $f_{X,Y}(x, y)$ может быть получена после дифференцирования уравнения 1 следующим образом:

$$f_{X,Y}(x, y) = f_X(x) f_Y(y) D(u, v|\theta) \quad (4)$$

где $f_X(x) = dF_X(x)/dx$ и $f_Y(y) = dF_Y(y)/dy$ являются одномерными PDF,

и $D(u, v|\theta) = \partial^2 C(u, v|\theta)/\partial u \partial$ – функция плотности копулы.

Одним из основных преимуществ подхода копулы является то, что маргиналы $F_X(x)$ и $F_Y(y)$ могут быть из любого семейства дистрибутивов, а также могут сильно отличаться друг от друга. В уравнении 4 легко заметить, что задача моделирования случайных величин ($f_X(x)$ и $f_Y(y)$) и структуры их зависимости ($D(u, v|\theta)$) не зависят друг от друга. Это значительное преимущество перед другими традиционными методами, например, трансляционным подходом [7], для построения совместного распределения, так как позволяет создать более гибкую структуру. Этот аспект также является одной из основных причин его растущей популярности и использования. Хотя модель копулы действительно является более общей и универсальной моделью для моделирования зависимости, и она охватывает гауссову зависимость как частный случай, с ней также связаны определенные недостатки. Например, использование копулы при моделировании многомерных переменных не так прямолинейно и удобно, как гауссово. Вычислительные задачи, связанные с гауссовой моделью, более просты, поскольку условные распределения являются гауссовыми, а для байесовской оценки существует хорошо зарекомендовавшее себя аналитическое решение.

Библиография

1. Phoon, K.-K. and Ching, J. (2014), Risk and reliability in geotechnical engineering, CRC Press.Phoon, K.-K., Santoso, A. and Quek, S.-T. (2010), ‘Probabilistic analysis of soil-water characteristic curves’, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 136(3), 445–455.

2. Chiu, C., Yan, W. and Yuen, K.-V. (2012), 'Reliability analysis of soil–water characteristics curve and its application to slope stability analysis', Engineering Geology 135, 83–91
3. Nelsen, R. B. (2007), An introduction to copulas, Springer Science & Business Media
4. Prakash, A., Hazra, B. and Sreedeep, S. (2018a), 'Probabilistic analysis of unsaturated fly ash slope', Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste 23(1), 06018002.
5. Sudicky, E. A. (1986), 'A natural gradient experiment on solute transport in a sand aquifer: Spatial variability of hydraulic conductivity and its role in the dispersion process', Water Resources Research 22(13), 2069–2082
6. Wang, Y. and Aladejare, A. E. (2016), 'Bayesian characterization of correlation between uniaxial compressive strength and young's modulus of rock', International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 85, 10–19.
7. Carsel, R. F. and Parrish, R. S. (1988), 'Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics', Water resources research 24(5), 755–769.
8. Богомолов А.Н., Кузнецова С.В., Синяков В.Н., Шубин М.А., Дыба В.П., Скибин Г.М., Олянский Ю.В. И., Богомолова О. А., Ушаков А. Н. Расчет устойчивости откосов и проектирование противооползневых сооружений. Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер: Строит. Информатика. Выпуск 8 (24), 2012.
9. Сироткина О.Н., Фоменко И.К., Горобцов Д.Н. О классификации математических методов оценки локальной оползневой опасности // Сборник научных трудов по материалам II международной научной конференции НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ. — Т. 2. — НИЦ Л-Журнал Екатеринбург, 2017. — С. 50–55.

References

1. Phoon, K.-K. and Ching, J. (2014), Risk and reliability in geotechnical engineering, CRC Press.Phoon, K.-K., Santoso, A. and Quek, S.-T. (2010), 'Probabilistic analysis of soil-water characteristic curves', Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 136(3), 445–455.
2. Chiu, C., Yan, W. and Yuen, K.-V. (2012), 'Reliability analysis of soil–water characteristics curve and its application to slope stability analysis', Engineering Geology 135, 83–91
3. Nelsen, R. B. (2007), An introduction to copulas, Springer Science & Business Media
4. Prakash, A., Hazra, B. and Sreedeep, S. (2018a), 'Probabilistic analysis of unsaturated fly ash slope', Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste 23(1), 06018002.
5. Sudicky, E. A. (1986), 'A natural gradient experiment on solute transport in a sand aquifer: Spatial variability of hydraulic conductivity and its role in the dispersion process', Water Resources Research 22(13), 2069–2082
6. Wang, Y. and Aladejare, A. E. (2016), 'Bayesian characterization of correlation between uniaxial compressive strength and young's modulus of rock', International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 85, 10–19.
7. Carsel, R. F. and Parrish, R. S. (1988), 'Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics', Water resources research 24(5), 755–769.

8. Bogomolov A. N., Kuznetsova S. V., Sinyakov V. N., Shubin M. A., Dyba V. P., Skibin G. M., Olyansky Yu. I., Bogomolova O. A., Ushakov A. N. Calculation of stability of slopes and design of anti-landslide structures. Internet Bulletin VolgGASU. Ser: Builds. Computer science. Issue 8 (24), 2012.

9. Sirotkina O.N., Fomenko I.K., Gorobtsov D.N. On the classification of mathematical methods for assessing local landslide hazard // Collection of scientific papers based on the materials of the II international scientific conference SCIENCE OF RUSSIA: GOALS AND OBJECTIVES. - T. 2. - SIC L-Journal Yekaterinburg, 2017. - pp. 50–55.

Особенности химического состава гидротермальных ореолов рассеяния открытых полей Коралловое и Молодёжное

Петров В.А.* (Санкт-Петербургский Горный университет, vladimir@spmi-petrov.ru),
Судариков С.М. (Санкт-Петербургский Горный университет, Sudarikov_SM@pers.spmi.ru), Наркевский Е.В. (АО «ПМГРЭ», egor_narkevsky@mail.ru)

Аннотация

В районе 13°08’ по результатам CTD-зондирования и отбора проб океанической воды был обнаружен гидротермальный ореол рассеяния (плюм), указывающий на активную гидротермальную разгрузку. В результате были открыты 2 новых гидротермальных поля: Коралловое и Молодежное.

Статистический анализ концентраций металлов и метана показал повышенные вплоть до аномальных концентрации железа при слегка повышенных концентрациях меди и высоких содержаниях цинка. Это указывает на обнаружение переходной части гидротермального плюма.

Корреляционный анализ указал на гидротермальную природу металлов, подтвердил обнаружение переходной части гидротермального плюма и определил разный характер рассеяния аномалий метана и металлов.

Ключевые слова

Гидротермальный плюм; ореол рассеяния; корреляционный анализ; срединно-океанический хребет; САХ; химический состав

Теория

В ходе 28-го рейса научно-исследовательского судна (НИС) «Профессор Логачев» было проведено CTD-зондирование (Conductivity, Temperature, Density). Во время зондирования на аномальных горизонтах были отобрано 5 проб воды: 3 пробы на станции зондирования 41L173 в интервале 2785-2787 м (рис. 1) и 2 пробы на станции 41LP в интервале 2728-2758 м (рис. 2).

Результаты статистического анализа растворенных и взвешенных металлов (Mn, Fe, Cu, Zn), метана и магния приведены в таблице 1. Поскольку, в ходе работ в районе открытых полей было отобрано всего 5 проб без исследований фоновых концентраций, для анализа были взяты данные, полученные в ходе 32-го рейса НИС «Профессор Логачев» на соседних гидротермальных полях, обладающих схожими геолого-гидрогеологическими условиями [1, 3, 4].

Результаты химического анализа, с указанием повышенных, высоких и аномальных значений приведены в таблице 2. Неравномерность в вертикальном распределении концентраций цинка и меди может быть связана с фазовой дифференциацией гидротермального раствора и пульсирующим неравномерным характером разгрузки

гидротермального раствора. Об этом свидетельствуют также колебания солености в турбулентной части плюма (рис. 1).

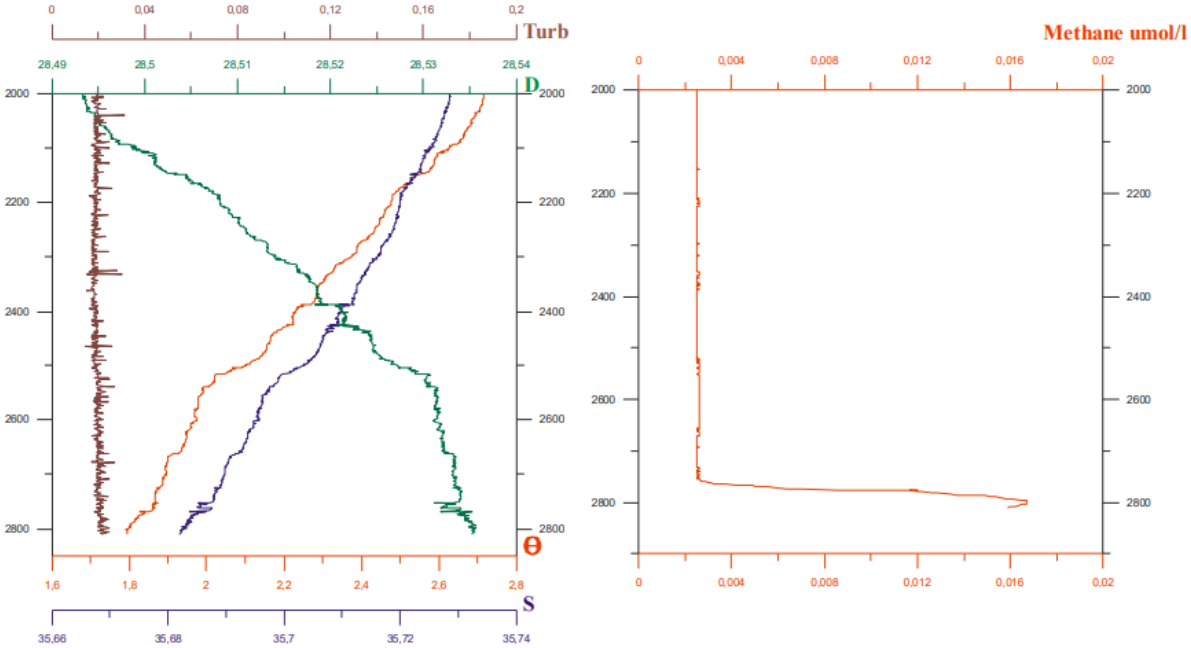


Рисунок 1. *Слева – графики гидрофизических параметров, полученные по результатам CTD зондирования (станция 41L173): Θ – потенциальная температура, °C; S – соленость, ‰; Turb – мутность, FTU; D – потенциальная плотность, кг/м3. Справа – график концентрации метана, мкмоль/л*

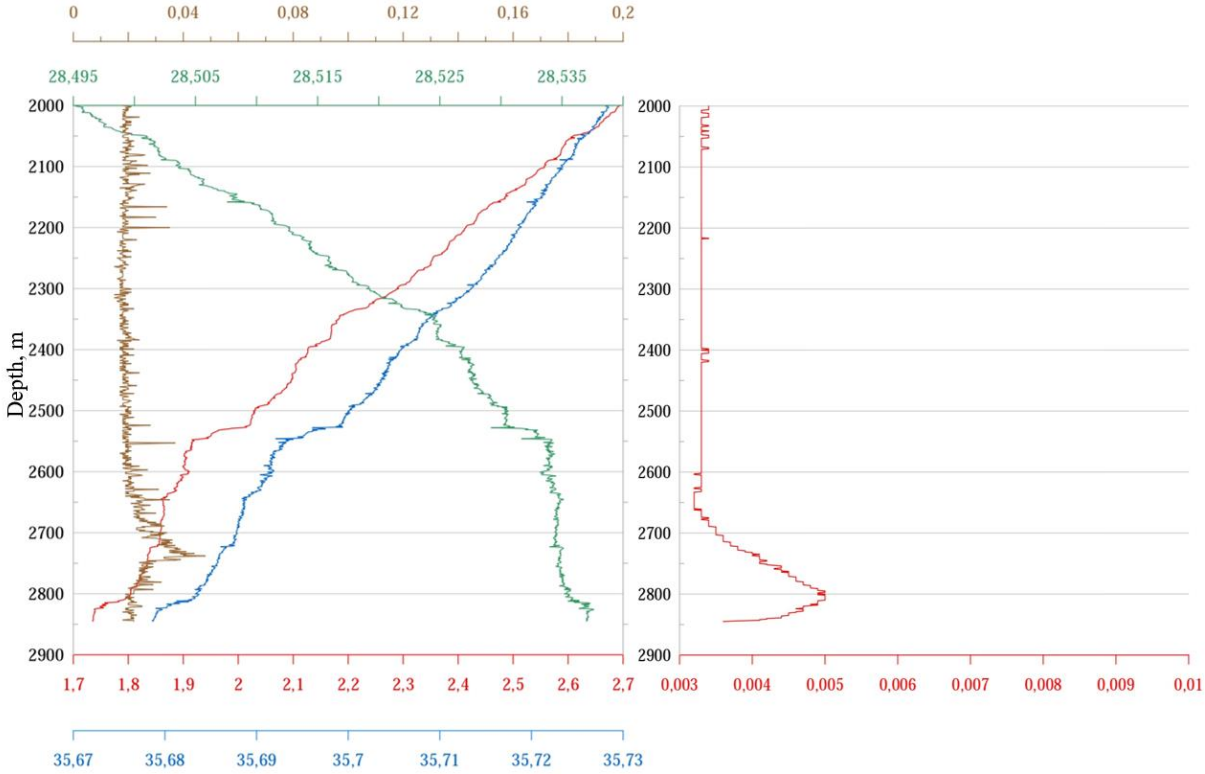


Рисунок 2. *Слева – графики гидрофизических параметров, полученные по*

результатам CTD зондирования (станция 41LP): коричневый – мутность, FTU; синий – соленость, ‰; красный – температура, °C; зеленый – плотность, кг/м^3. Справа – график концентрации метана, мкмоль/л

Во всех образцах наблюдаются высокие и аномальные концентрации как растворенного, так и взвешенного железа. Это указывает на близость к гидротермальному источнику. При этом, наблюдение слегка повышенных концентраций меди и высоких содержаний цинка, указывает на то, что большая часть Cu и Zn выпали в виде сульфидной взвеси вблизи источника при контакте гидротермального раствора и морской воды. Это, в свою очередь, говорит о том, что взвешенное железо представлено в основном оксидной формой. Однако, не все растворенное железо еще успело перейти во взвешенную форму. Наличие высоких концентраций цинка при фоновых концентрациях меди объясняется более высокой подвижностью цинка по отношении к меди.

Таблица 1. *Статистический анализ растворенных (р) и взвешенных (в) микроэлементов и метана*

Элемент	Мин.	Макс.	Среднее	Стандартное отклонение	Пороговые концентрации		
					Повышенные	Высокие	Аномальные
$Mn_р$, мкг/л	0.04	2.20	0.11	0.21	0.32	0.53	0.74
$Fe_р$, мкг/л	0.50	20.00	2.67	2.29	4.96	7.25	9.54
$Cu_р$, мкг/л	0.08	3.30	0.26	0.28	0.54	0.82	1.10
$Zn_р$, мкг/л	0.09	8.90	1.67	1.29	2.96	4.25	5.54
$Mn_в$, мкг/л	0.03	0.19	0.09	0.04	0.13	0.17	0.21
$Fe_в$, мкг/л	1.10	14.80	3.37	1.59	4.96	6.55	8.14
$Cu_в$, мкг/л	0.03	0.17	0.05	0.02	0.07	0.09	0.11
$Zn_в$, мкг/л	0.05	1.00	0.19	0.13	0.32	0.45	0.58
CH_4, мкмоль/л	0.003	0.017	0.006	0.004	0.010	0.014	0.019

Таблица 2. *Повышенные (курсивом), высокие (полужирным) и аномальные (курсивом и полужирным) концентрации растворенных/взвешенных микроэлементов, метана и магния*

Станция	Глубина отбора, м	Cu, мкг/л	Mn, мкг/л	Fe, мкг/л	Zn, мкг/л	CH_4, мкмоль/л	Mg, мг/л

41L 173	2785	0.48/ 0.06	0.06/ 0.1	*5.9*/***1 4.4***	***7.6***/0. 24	*0.013 7*	126 6.15
41L 173	2787	0.27/ 0.05	0.04/ 0.07	*5.6*/***1 1.1***	*4.2*/0. 15	**0.014 9**	123 5.26
41L 173	2786	0.28/ 0.06	0.09/ 0.08	***22.4*/ 12.6***	**5.0**/0. 22	**0.014 7**	122 2.03
41L P	2728	*0.66/ 0.07*	0.06/ 0.07	***12.2*/ 10.1***	***8.0***/*0. 35*	0.003 8	123 0.85
41L P	2758	0.18/ 0.05	0.08/ 0.05	*5.9*/**8. 1**	2.2/0. 27	0.004 3	126 1.73

Восходящая часть гидротермального плюма зачастую характеризуется высокими концентрациями халькофильных элементов (Cu и Zn). Плюм нейтральной плавучести отличается повышенными концентрациями Fe и Mn. Обнаружение одновременно высоких концентраций и цинка и железа при относительно низких содержаниях меди указывает на опробование нами переходной части гидротермального плюма.

Концентрации как растворенных, так и взвешенных форм марганца не превышают фоновых значений для морской воды, обычных для этого элемента. Отсутствие повышенных значений взвешенной формы марганца можно объяснить близостью к гидротермальному источнику, поскольку марганец часто переходит во взвешенную форму в виде гидроксидов на расстоянии от источника в боковой части гидротермального шлейфа, главным образом, под воздействием бактерий.

Состав и концентрация макрокомпонентов в исследуемых образцах типичны для морской воды. Однако представляют интерес концентрации магния. Этот элемент отсутствует в гидротермальных растворах конечных элементов. Это типичная геохимическая особенность океанских гидротермальных флюидов. В исследуемых образцах концентрация магния ниже значений, характерных для морской воды (1288 мг/л) [2]. Это может быть связано с остаточным влиянием гидротермального раствора на придонные воды.

Для поиска возможных взаимосвязей между концентрациями рудных элементов, магния и метана в придонных водах был проведен корреляционный анализ (таблица 3).

Таблица 3. *Корреляция между Mg, CH_4 и растворенными (р) и взвешенными (в) металлами в гидротермальном плюме*

	$Cu_р$	**$Mn_р$**	**$Fe_р$**	**$Zn_р$**	**$Cu_в$**	**$Mn_в$**	**$Fe_в$**	**$Zn_в$**	**Mg**	**CH_4**
$Cu_р$	1	−0.31	0.05	**0.94**	**0.90**	0.43	0.27	**0.65**	−0.12	**−0.77**
$Mn_р$	−0.31	1	**0.65**	−0.28	0.09	−0.16	−0.11	0.28	−0.07	0.41
$Fe_р$	0.05	0.65	1	0.14	0.46	0.14	0.21	0.12	**−0.75**	−0.33
$Zn_р$	0.94	−0.28	0.14	1	**0.86**	**0.72**	**0.59**	0.43	−0.12	**−0.85**
$Cu_в$	0.90	0.09	0.46	0.86	1	0.39	0.27	**0.72**	−0.35	−0.73

Mnв	0.43	−0.16	0.14	0.72	0.39	1	**0.98**	−0.17	0.07	−0.62
Feв	0.27	−0.11	0.21	0.59	0.27	0.98	1	−0.34	0.00	−0.56
Znв	0.65	0.28	0.12	0.43	0.72	−0.17	−0.34	1	0.06	−0.11
Mg	−0.12	−0.07	−0.75	−0.12	−0.35	0.07	0.00	0.06	1	0.55
CH_4	−0.77	0.41	−0.33	−0.85	−0.73	−0.62	−0.56	−0.11	0.55	1

Согласно результатам корреляционного анализа, между Mg и рудными элементами (растворенными и взвешенными) нет взаимосвязи или же она отрицательная. Это подтверждает то, что Mg поступает из морской воды, а Cu, Zn, Mn, Fe - из гидротермального источника.

Высокий коэффициент корреляции между марганцем и железом подтверждает возможность соосаждения Mn с оксидами Fe на начальной стадии формирования гидротермального шлейфа вблизи источника. В случае изначально относительно низких концентраций Mn и высоких концентраций Fe в гидротермальном растворе, этот элемент может выпасть в осадок ещё на первых десятках метров от источника. В результате происходит быстрое снижение концентраций как растворенного, так и взвешенного Mn еще до образования шлейфа нейтральной плавучести. Это объясняет низкие содержания Mn в наших пробах, расположенных на удалении от источника (>180 метров), где нами опробована переходная часть гидротермального плюма.

Между металлами-индикаторами гидротермальной активности и CH_4 нет положительной связи. Это указывает на различные источники и механизмы образования и рассеяния рудных элементов и метана в гидротермальной системе.

Выводы

Наши исследования позволили нам получить новые данные о положении, структуре и интенсивности аномалий метана, связанных с гидротермальной активностью в район 13° с.ш. Срединно-Атлантического хребта. Краткие выводы по результатам исследования заключаются в следующем:

(1) Вдоль MAP по результатам CTD-зондирования были обнаружены гидрофизические аномалии, что позволило открыть два новых гидротермальных участка (Коралловое, 13°07‘ с.ш. и Молодежное, 13°09’ с.ш.).

(2) Обнаружена переходная зона гидротермального плюма от турбулентной части (восходящий плюм) к области латерального рассеяния (плюм нейтральной плавучести).

(3) Показана возможность быстрого осаждения Mn вблизи гидротермального плюма в процессе соосаждения с оксидами Fe.

(4) Результаты корреляционного анализа указывают на гидротермальную природу взвешенных и растворенных Cu, Zn, Mn и Fe в гидротермальном плюме.

(5) Отсутствие положительной связи между металлами и CH4 указывает на различные механизмы образования и распространения рудных элементов и метана в гидротермальной системе и ореоле рассеяния.

Библиография

1. Batuyev, N.; Krotov, A.G.; Markov, V.F.; Cherkashev, G.A.; Cherkashev, S.G.; Lisitsyn, E.D. Massive sulfide deposits dis-covered and sampled at 14°45′N, Mid-Atlantlic Ridge. BBRIDGE Newsl. 1994, 6, 6–10.
2. Fouquet, Y.; Cambon, P.; Etoubleau, J.; Charlou, J.L.; OndréAs, H.; Barriga, F.J.; Cherkashov, G.; Semkova, T.; Poroshina, I.; Bohn, M. Geodiversity of hydrothermal processes along the Mid-Atlantic Ridge and ultramafic-hosted mineralization: A new type of oceanic Cu-Zn-Co-Au volcanogenic massive sulfide deposit. In Diversity of Hydrothermal Systems on Slow Spreading Ocean Ridges; American Geophysical Union: Washington, DC, USA, 2013; Volume 188, pp. 321–367.
3. Sudarikov, S.M.; Narkevsky, E.V.; Gustaitis, A.N.; Ermakova, L.A. Discovering a hydrothermal plume in the rift zone of the Mid-Atlantic Ridge at 11°26′N. Oceanology 2011, 51, 1078–1081.
4. Sudarikov, S.M. Modeling of Geochemical Processes in the Submarine Discharge Zone of Hydrothermal Solutions. Zap. Gorn. Inst. 2017, 225, 284–291, doi:10.18454/PMI.2017.3.284.

Динамика водного режима месторождения термальных вод Ходжа-Оби-Гарм как индикатор деградации оледенения гор Гиссаро-Алая

Разыков Б.Х. (Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана, razykov@bk.ru)

Аннотация

Глобальное потепление, сокращает запасы льда в горах Таджикистана. В Центральном Таджикистане в горах Гиссаро-Алая на высотах от 3000 до 4000 м происходит процесс деградации мелких ледников. Многолетние гидрогеологические режимные наблюдения месторождения термальных вод Ходжа-Оби-Гарм, расположенного в этих горах, показали снижение дебита и температуры терм месторождения. Необходим наземный мониторинг и космосъёмка для изучения динамики изменения площадей горного оледенения.

Ключевые слова

Дебит, деградация оледенения, изменение климата, куст скважин, месторождение термальных вод, температура.

Теория

Глобальное потепление, сокращающее запасы льда в горах, наблюдается в странах Центральной Азии, где Республика Таджикистан (РТ) - одна из самых уязвимых, в ледниках которой формируется около 60 % водных ресурсов бассейна Аральского моря [3, с.52].

В Центральном Таджикистане в горах Гиссаро-Алая на склонах хребтов и их отрогах, на высотах от 3000 до 4000 м, при обильном увлажнении встречаются лишь мелкие ледники, расположенные в самых верхних частях гор в карах, создающих благоприятные условия для накопления снега и защиты его от таяния [4, с.42].

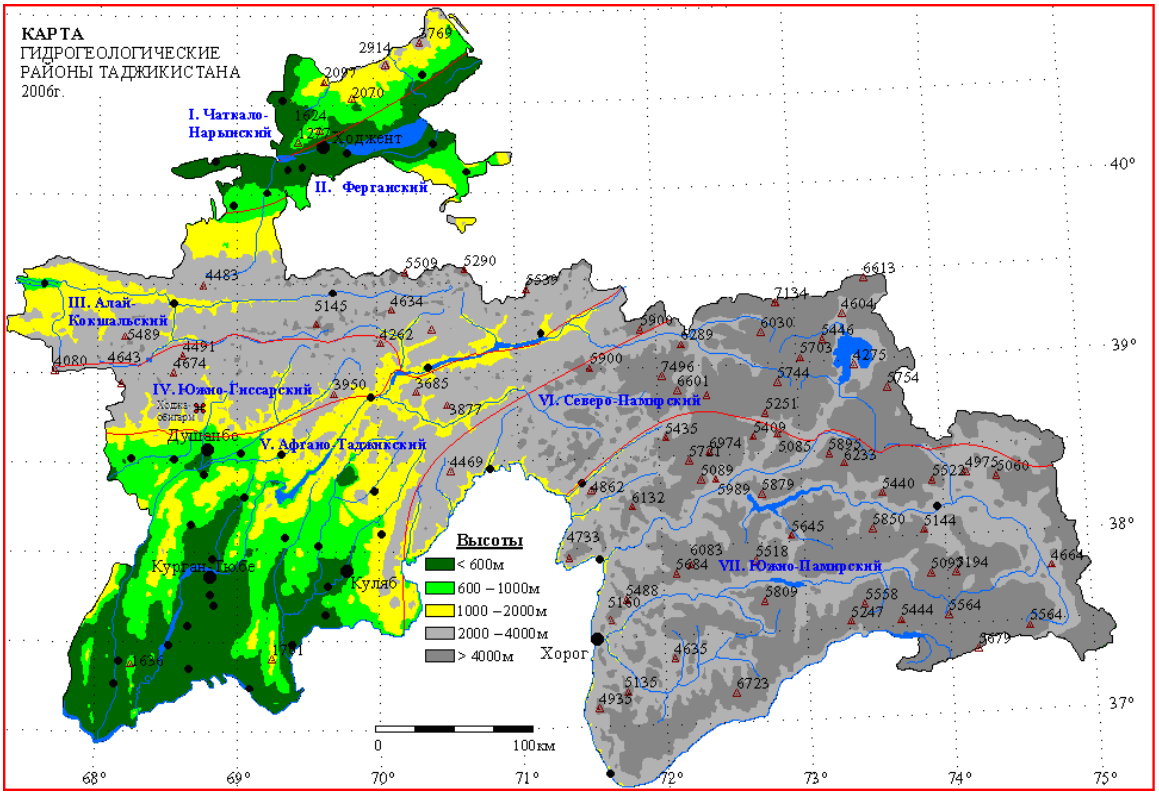


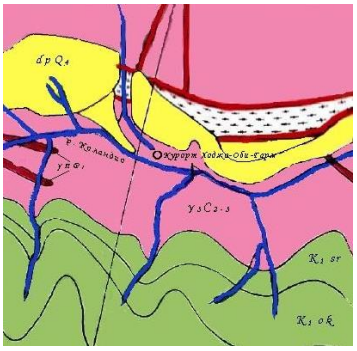
Рисунок 1. Расположение гидротермального месторождения Ходжа-Оби-Гарм

Впервые в РТ процесс деградации оледенения с привлечением данных наземных исследований и космических съёмок начал изучаться Агентством «Таджиккоинот» в конце XX столетия, установившего, что с 1945 по 2000 гг. площадь оледенения в горах Гиссаро-Алая сократилась с 999 км^2 до 485,5 км^2 и составила 49,4 % от первоначальной [4, с.50].

Для исследователей влияния деградации оледенения на водный режим гидротермальных месторождений на территории Центрального Таджикистана очевидный интерес представляют условия формирования термальных вод месторождения Ходжа-Оби-Гарм, окаймлённого горами Гиссарского хребта с севера, запада и юга, расположенного в 57 км к северу от г. Душанбе в верховьях узкой долины р. Ходжа-Оби-Гарм на абс. высоте 1780-1870 м (см. рис. 1).

Современная гидротермальная система месторождения Ходжа-Оби-Гарм возникла после последних оледенений в горах Гиссара-Алая и оформилась в современном виде, вмещающей её гидрогеологической структуры. Определились области инфильтрации, стока и разгрузки, интенсивность атмосферного питания.

Месторождение Ходжа-Оби-Гарм слагают кислые интрузивные породы, обнажающиеся в виде двух гранитных массивов широтного простирания. Северный массив представлен серыми гранитами карбона, южный - розовыми гранитами перми. Месторождение связано с зоной надвига серых гранитов на розовые, и известной как Ходжаобигармский разлом (рис. 2). Трещины зоны разлома служат основными выводящими путями термальных трещинно-жильных вод на земную поверхность., циркулирующими в пределах массивных интрузий, локализованных в пределах зоны альпийской складчатости [5, с.44].



Условные обозначения:

Q_4 Голоценовые отложения (аллювий: валуны, галька, песок; делювий: глыбы, щебень; пролювий: валуны, щебень, песок).

K_1 Нижнемеловые отложения (глины, песчаники, алевролиты).

P_1 Нижнепермские кварцевые порфиры

C_{2-3} Средне-верхнекаменноугольные граниты.

Тектонические нарушения.

Зона ходжаобигармского разлома.

Рисунок 2. Геологическое строение месторождения Ходжа-Оби-Гарм

В верхней западной части термального склона непосредственно в месте перелива горячих вод из разлома в делювий последние, попадая из области высокого давления в область пониженного атмосферного давления, начинают вскипать и дегазировать [1, с.215]. Коренные воды растекаются в делювии в юго-восточном направлении, следуя по уклону кровли розовых гранитов, разгружаясь источниками в трёх широтных зонах. В верхней зоне кустами субгоризонтальных скважин №№ 1 и 2 глубинами от 78 до 117 м вскрыты наиболее горячие воды с температурой 92-98 ^{0}С.

Протоколом № 5314 заседания ГКЗ СССР от 22 декабря 1967 года были утверждены балансовые эксплуатационные запасы термальных вод месторождения Ходжа-Оби-Гарм по горизонту кустов скважин №№ 1 и 2 по категории А в объёме 639,4 м^3/сутки (7,4 л/с), используемые сегодня курортом Ходжаобигарм для бальнеолечения, горячего водоснабжения и теплоснабжения отдельных зданий.

В 2017г. были выполнены исследования компонентов термальных вод и пород месторождения Ходжа-Оби-Гарм в аналитических подразделениях Дальневосточного геологического и океанологического институтов ДВО РАН. Были получены полные химанализы этих вод на 52 элемента и отобранных образцов водовмещающих пород.

Изотопный состав термальных вод показал содержание: кислорода-18 равным 13,1‰ и стабильным от скважины к скважине, дейтерия - варьирующимся в диапазоне от 79,8 до 84,2‰. Изотопный состав близко ложится вдоль глобальной линии метеорных вод, свидетельствуя об инфильтрогенном происхождении термальных вод и о масштабном взаимодействии метеорных вод с водовмещающими породами [2, с.169].

Измеренные значения трития в термальных водах очень низкие и составляют всего 0,8 ТЕ (или 0,09 Бк/кг), что свидетельствуют о достаточно долгом периоде водообмена этих вод, и практически полном отсутствии смешивания с поверхностными горизонтами грунтовых вод.

В период с 2013 по 2020 годы автором были проведены гидрогеологические режимные наблюдения по эксплуатационным кустам скважин месторождения Ходжа-Оби-Гарм, выводящих термальные воды. Результаты гидрогеологических исследований отражают снижение дебита и температуры терм эксплуатационных кустов скважин №№ 1 и 2 (см. рис. 3, 4).

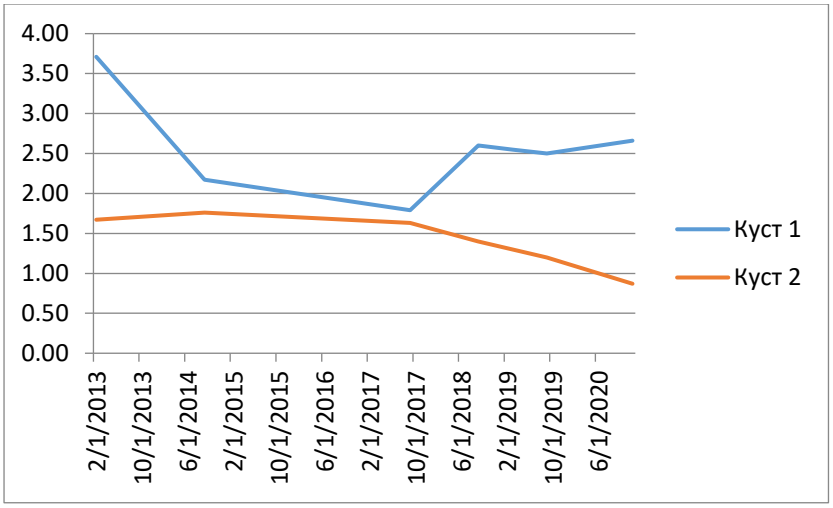


Рисунок 3. Изменение дебита воды кустов скважин №№ 1 и 2

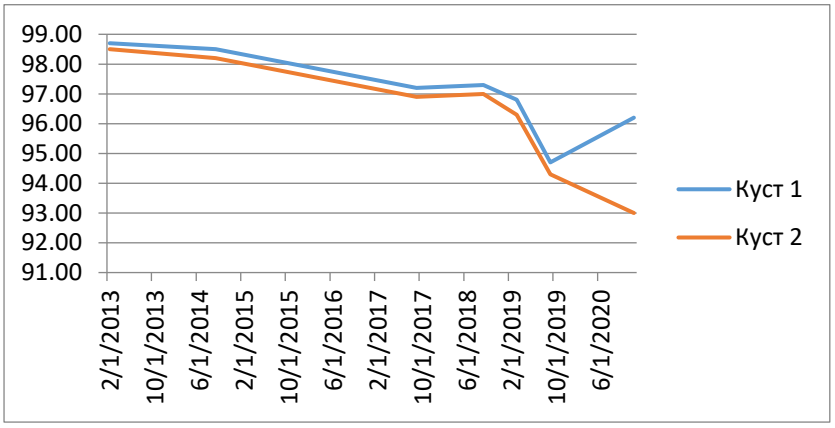


Рисунок 4. Изменение температуры воды кустов скважин №№ 1 и 2

По кустам скважин произошло снижение:
а) дебита:
№ 1 - от 3,71 л/с в 2013 году до 2,66 л/с в 2020 году (на 28,3 %);
№ 2 - от 1,67 л/с в 2013 году до 0,87 л/с в 2020 году (на47,9 %);
от суммарного показателя 1967г. – 7,4 л/с, до 2020г. – 3,53 л/с (на 52,3 %).
б) температуры:
№ 1 - от 98,7 ^{0}С в 2013 году до 96,2 ^{0}С в 2020 году (на 2,5 %);
№ 2 - от 98,5 ^{0}С в 2013 году до 93,0 ^{0}С в 2020 году (на 5,6 %).

Согласно данным Всемирной метеорологической организации, «среднее значение глобальной температуры за пятилетний период 2013-18 годов стало самым высоким показателем за всю историю метеорологических наблюдений» [6]. Это утверждение коррелирует с приведёнными данными режимных наблюдений. Отрицательная динамика гидрогеологических параметров месторождения Ходжа-Оби-Гарм показывает, что современное оледенение деградирует в условиях потепления и происходит независимо от экспозиции широтно-вытянутых крупных хребтов Гиссаро-Алая или гипсометрии их склонов с абсолютными отметками залегания гляциальных образований 3000–4000 м.

Таяние ледников может отразиться на стабильности запасов воды для нужд сельского хозяйства, выработке гидроэлектроэнергии и потреблении её населением.

Выводы

Формирующиеся на территории Таджикистана водные ресурсы, потребляются, главным образом, нижерасположенными по течению рек государствами Центральной Азии. Поэтому актуальная страновая проблема деградации оледенения приобретает сегодня социально-политический характер, ибо известно, что в основе всех конфликтов лежит дефицит используемых ресурсов, в нашем случае – водных запасов.

В условиях недофинансирования и отсутствия технических ресурсов в настоящее время остаётся только определять миграцию границ снежно-ледового покрова на территории Таджикистана с помощью наземных исследований и космической информации. Повышение уровня знаний о фактическом состоянии и закономерностях деградации ледников и динамики водных ресурсов Таджикистана в условиях изменения климата возможно на основе модернизации системы мониторинга, разработки новых технологий и методов гидрологических расчётов.

Библиография

1. Гордиенко Л.С., Мальцев А.А. Термальные воды курорта Ходжа-Оби-Гарм. – Вопросы гидрогеол. и инж. геол. Таджикистана (сб. ст.). – Душанбе: Ирфон, 1965.- С. 215.

2. Демонова А.Ю., Харитонова Н.А., Брагин И.В., Разыков Б.Х. Условия формирования термоминеральных вод южных отрогов Гиссарского хребта (Таджикистан). Всероссийское совещание по подземным водам востока России. XXII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока (18-25 июня 2018г.). – Новосибирск: НПЦ НГУ, 2018. – 580 с.

3. Национальный отчет о человеческом развитии 2012. Таджикистан: бедность в контексте изменения климата. – Душанбе, 2012. – 112 с.

4. Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С., Хомидов А.Ш., Шакиржанова Г.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. Издание Научно-исследовательского центра Агентства по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве Республики Таджикистан. - Душанбе, 2008, 116 с.

5. Шапар А.А. и Туев В.Г. Результаты разведочных гидрогеологических работ на месторождении термальных вод Ходжа-Оби-Гарм. (Отчёт Ходжа-Оби-Гармской партии за 1963-67гг. Том 1). - Душанбе, 1967. – 99 с.

6. Ледники Тянь-Шаня и Памира в условиях изменения климата [Электронный ресурс]. – URL: https://ca-climate.org/info_products/resources/ledniki-tyan-shanya-i-pamira-v-usloviyakh-izmeneniya-klimata/ (дата обращения: 29.01.2022)

Создание комплекта карт гидрогеологического содержания масштаба 1 : 200000 листа М-38-XV (Котово) (авторский вариант)

Светашова К.Д.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, svetashova_kseniya@mail.ru),
Кокорева С.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология», 123060, г. Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4, kokoreva@geomonitoring.ru)

Аннотация

Целевым назначением работ по объекту является – создание комплектов карт гидрогеологического содержания масштаба 1 : 200 000 по группе листов как картографической основы решения федеральных и региональных задач по изучению и оценке состояния, использования и управления государственным фондом недр в части подземных вод, осуществления государственного мониторинга состояния недр и социально-экономического освоения и развития регионов Российской Федерации.

Комплект карт гидрогеологического содержания масштаба 1 : 200 000 листа М- 38-XV (Котово) (авторский вариант) состоит из:

гидрогеологической карты с гидрогеологическими разрезами;

гидрогеохимической карты основных водоносных подразделений;

карты защищенности основных водоносных подразделений;

карты прогнозных ресурсов подземных вод категории P_2;

карты размещения площадей, перспективных для постановки поисково-оценочных работ на подземные воды.

Ключевые слова

Гидрогеологическая и гидрогеохимическая карты; карта защищенности основных водоносных подразделений; карта прогнозных ресурсов подземных вод категории P_2; карта размещения площадей, перспективных для постановки поисково- оценочных работ на подземные воды; лист М-38-XV (Котово).

Теория

В административном отношении территория листа М-38-XV (Котово) находится в пределах Волгоградской области Южного федерального округа РФ. Лист ограничен координатами 50°00' – 50°40' с.ш., 44°00' – 45°00' в.д., и занимает площадь 5 280 кв. км. Работы выполнялись в 3 этапа с 2019 по 2021 годы.

Территория листа в орографическом отношении делится на два района: бассейн р. Медведица и бассейн р. Иловля, разграниченные водоразделом, именуемым Доно-Медведицкой грядой.

В геологическом строении площади листа принимают участие осадочные образования палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Породы кристаллического фундамента, по сейсмическим данным, залегают на глубинах от 3 000 м на северо-западе до 5 500-6 000м на юго-востоке и скважинами не вскрыты.

Технологический цикл выполнения работ по проведению среднемасштабной гидрогеологической съемки содержит несколько этапов:

подготовительный период;

производство работ по проведению среднемасштабной гидрогеологической съемки (полевые и аналитические работы);

камеральную обработку материалов и составление разделов геологическогоотчета о выполнении работ по объекту перечня работ государственного задания.

В отчетных периодах в соответствии с Техническим (геологическим) заданием по объекту выполнялись подготовительные, полевые, аналитические и камеральные работы.

Подготовительные работы: сбор и обобщение фондовой и опубликованной информации по: геологическому строению, гидрогеологическим условиям, результатам ранее выполненных геологоразведочных работ на подземные воды, месторождениям (участкам) и водозаборам подземных вод, действующим схемам стратификации гидрогеологических подразделений; адаптация цифровой топоосновы масштаба 1:200 000; дешифрирование МАКС; картограмм гидрогеологической изученности.

Полевые работы: в 2019 г. площадь работ составила 1 433 кв. км, 2020 г. – 2 500 кв. км, 2021 году – 1 347 кв. км.; рекогносцировочные и гидрогеологические маршруты; обследование действующих водозаборов и водопунктов; гидрологические исследования; гидрохимическое опробование подземных и поверхностных вод; топогеодезические работы (координатная привязка пунктов наблюдений); текущая камеральная обработка полевой документации (составлены каталоги: топогеодезических работ, скважин, родников, колодцев, поверхностных вод; таблицы результатов: химических анализов и определения нефтепродуктов, радиологических исследований (ΣАα-активность, ΣАβ-активность), масс-спектральных и атомно- эмиссионных анализов подземных и поверхностных вод);

Аналитические работы (лабораторные химико-аналитические исследования проб поверхностных и подземных вод): общий химический анализ; определение нефтепродуктов, определение микрокомпонентов (масс-спектральный и атомно-эмиссионный анализы); радиологические исследования (определение ΣАα-активности, ΣАβ-активности).

Камеральные работы: сбор, анализ, обобщение данных по ведению государственного мониторинга состояния недр и данных по ведению недропользователями мониторинга подземных вод по количественным и качественным показателям состояния подземных вод по месторождениям (участкам), водозаборам подземных вод и наблюдательным пунктам; выделение основных водоносных горизонтов, содержащих питьевые, технические и минеральные подземные воды; окончательная обработка и оформление полевых материалов; карта фактического материала масштаба 1:200 000; разработаны и уточнены легенды к картамгидрогеологического содержания и разрезам.

По итогам гидрогеологического доизучения масштаба 1:200 000 (2019-2021 гг.) был создан комплект карт по данному объекту.

При составлении карт, в качестве геологической основы использована геологическая карта масштаба 1:200 000 листа М-38-XV (Котово), составленная в 2003 г. [1].

Карты созданы в программе ArcGIS 10.4.1 с использованием: ГИС-технологий многослойного представления информации тематических слоев (в формате полигональных, полилинейных и точечных файлов) и методического руководства по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт [3].

Все карты составлены с детальностью, соответствующей масштабу карты. Составление комплекта карт гидрогеологического содержания осуществлено в соответствии с «Едиными требованиями к составу, структуре и форматампредставления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000».

Создание структурированного фонда фактографической и картографической гидрогеологической информации на последнем этапе работ заключается в разработке структуры комплекта цифровых гидрогеологических карт листа M-38-XV (Котово) масштаба 1 : 200 000, создании и наполнении реляционной базы данных на основе Microsoft Access и создании структурированной базы первичных данных в растровых форматах и первичной аналитики. На рисунке 1 представлен пример гидрогеологической карты.

Для создания гидрогеологической карты использованы растровые фондовые материалы следующих отчётов: «Гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000площади листов M-38-XV (Котово) и M-38-XVI (Камышин)» [2]; «Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 площади листа M-38-XV (Котово)»[4]. Одновременно с картами использованы геолого-гидрогеологические характеристики по опорным скважинам; материалы поисково-разведочных работ для оценки запасов подземных вод.

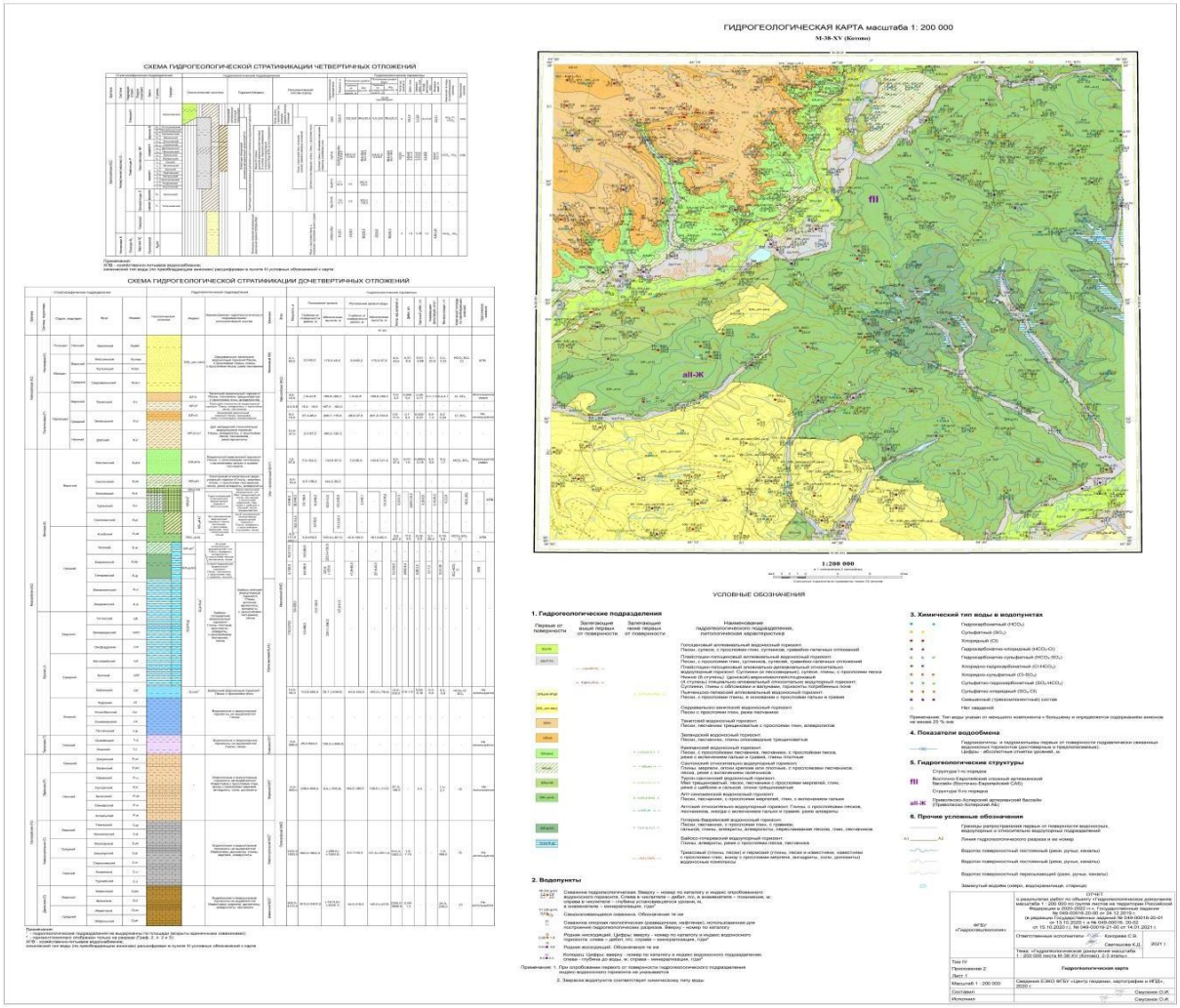


Рисунок 1. Гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000. Лист M-38-XV (Котово)

Выводы

В рамках государственного задания закончена работа «Гидрогеологическое доизучение масштаба 1:200 000 листа M-38-XV (Котово)».

По итогам гидрогеологического доизучения масштаба 1:200 000 (2019-2021 гг.) составлен комплект карт гидрогеологического содержания масштаба 1:200 000 листа M-38-XV (Котово) (авторский вариант), включающий:

гидрогеологическую карту с гидрогеологическими разрезами;

гидрогеохимическую карту основных водоносных подразделений;

карту защищенности основных водоносных подразделений;

карту прогнозных ресурсов подземных вод категории P2;

карту размещения площадей, перспективных для постановки поисково-оценочных работ на подземные воды.

Благодарности

Благодарность выражается специалистам отдела среднемасштабного картографирования Центра ГМСН и региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология» и студентам гидрогеологического факультета ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ).

Библиография

1. Гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 площади листов М-38-XV (Котово) и М-38-XVI (Камышин) с ГИЭК. Волгоград, 2003.

Гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000 площади листов М-38-XV (Котово) и М-38-XVI (Камышин) Попов А.Г., Застрожнов С.И., Болгарова К.И.,2003 г.

2. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Минприроды, Роснедра, ФГУП «ВСЕГИНГЕО». М., 2015,112 с.

Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 площади листа М-38-XV (Котово) А.Ф. Кучаев, Л. И. Пархомова, 1971 г.

Ретроспективная оценка источников загрязнения грунтовых вод с использованием анализа их возраста

Семенов М.Е.* (ФГБУ «Гидроспецгеология», semenov_m_e@msnr.ru),
Куваев А.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология», kuvaev@msnr.ru)

Аннотация

Рассматривается использование «эффекта памяти» грунтового водоносного горизонта для ретроспективной оценки источников промышленного загрязнения подземных вод и получения достоверной оценки их воздействия на подземные и поверхностные воды. Показано, что сочетание математического моделирования с анализом возраста подземных вод при калибровке геомиграционной модели позволяет существенно уточнить параметры источников загрязнения и тем самым повысить достоверность прогнозных расчётов.

Ключевые слова

Ретроспективная оценка источников промышленного загрязнения грунтовых вод, математическое моделирование, возраст грунтовых вод, современный и прогнозные ореолы загрязнения подземных вод.

Цель и задачи исследования

Объектом исследования являются промышленные водоёмы-накопители, расположенные в долине р. Вятки на окраине г. Кирово-Чепецка. Расстояние от хранилищ отходов до русла р. Вятки, которая является источником питьевого водоснабжения, составляет 2-3 км.

Грунтовые воды приурочены к аллювиальным отложениям р. Вятки. Гидрогеологический разрез аллювиальных отложений долины р. Вятки в пределах поймы и первой надпойменной террасы характеризуется двухслойным строением (рисунок 1). Региональным водоупором является толща глин пермского возраста, залегающая в основании аллювиальных отложений.

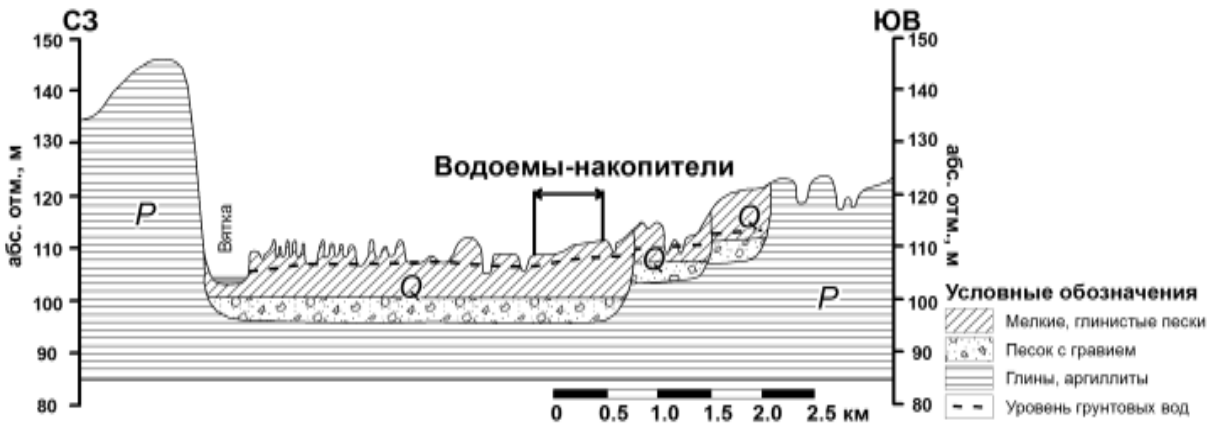


Рисунок 1. *Схематический гидрогеологический разрез.*

Формирование грунтового потока происходит в основном за счёт инфильтрации атмосферных осадков и питания из водоёмов-накопителей. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в реки и старичные понижения, а также испарением со свободной поверхности грунтовых вод и транспирацией.

Эксплуатация хранилищ начата в г. 1956 г. Мониторинг подземных вод проводится на объекте с 2009 г. и характеризует только современное состояние загрязнения грунтовых вод.

Данные мониторинга показывают, что в качестве обобщённого индикатора техногенного воздействия водоёмов-накопителей на подземные воды может быть рассмотрена их минерализация.

Основными источниками загрязнения грунтовых вод являются водоёмы-накопители: секции шламонакопителя (1, 2, 3) и секции хвостохранилища мела (5, 6) (рисунок 2). Важно отметить что, определения концентраций загрязняющих веществ в хранилищах 5-6 проводились нерегулярно, а содержание загрязняющих веществ в них значительно изменялось в процессе эксплуатации.

Таким образом, представляется необходимым получить достоверную оценку хранилищ 5 и 6 хвостохранилища мела как источников загрязнения грунтовых вод, а также дать прогноз выхода загрязнения в р. Вятку на отдалённую перспективу на основе данных мониторинга подземных вод.

Методика исследования

Для количественной интерпретации данных мониторинга, оценки источников загрязнения грунтовых вод и прогнозирования распространения их ореолов выполнено геофильтрационное и геомиграционное моделирование.

Основным механизмом, определяющим миграцию химических веществ в водоносных горизонтах зоны активного водообмена, является перенос с фильтрационным потоком [2] описываемый дифференциальными уравнениями фильтрации с учётом плотной конвекции и миграции [3].

Обоснование гидрогеологической стратификации разреза, геофильтрационных и геомиграционных параметров водовмещающих отложений приведено в [1,4].

Ореол минерализации грунтовых вод вблизи секций 5 и 6 формируется с 1987 г. и содержит информацию о природно-техногенных условиях его формирования, включая режим работы источников загрязнения. Можно заключить, что ореол загрязнения грунтовых вод обладает своеобразным «эффектом памяти», который может быть использован для ретроспективной оценки источников загрязнения. Ретроспективная оценка секций 5 и 6 проводилась в 3 этапа.

1. Выполнялся расчёт возраста грунтовых вод и областей влияния хранилищ 5-6 (рисунок 2) с использованием кода PMPATH [5], а также расчёт современного ореола

минерализации грунтовых вод при значениях минерализации в хранилищах, полученной по данным прямых замеров с использованием кода SEAWAT 4 [3].

2. Для каждой скважины, расположенной в области влияния соответствующего хранилища, определяется период работы хранилища, соответствующий отобранной пробе и вычисляется поправочный коэффициент. Далее поправочные коэффициенты усреднялись для соответствующего временного периода и хранилища. Рассчитывались откорректированные значения минерализации в хранилищах по 19 временным периодам

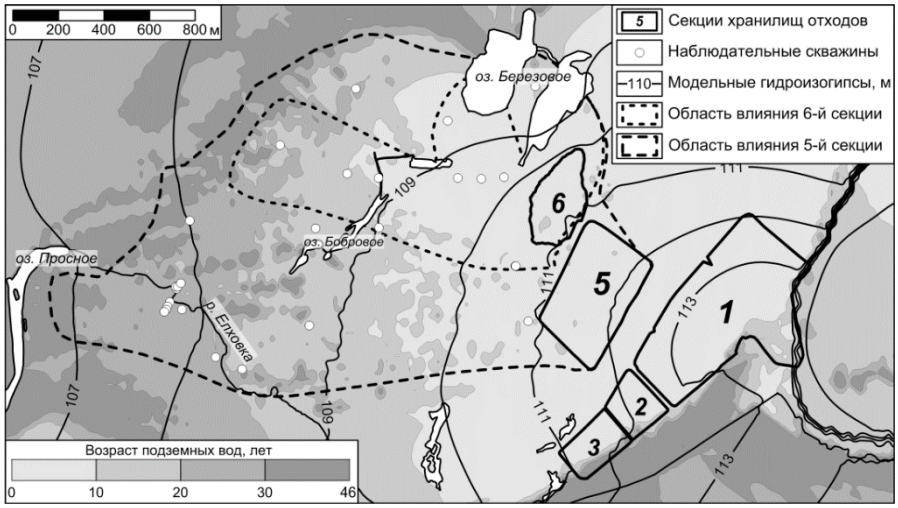


Рисунок 2. *Схема возраста грунтовых вод и области влияния секций 5 и 6 хвостохранилища мела.*

3. С учётом откорректированных значений минерализации в секциях 5 и 6 выполнялся расчёт современного и прогнозного ореолов минерализации грунтовых вод.

Результаты исследования

Результаты корректировки минерализации в секциях 5 и 6 показаны на рисунке 3. При этом локальные погрешности модели после корректировки минерализации в них с учётом возраста грунтовых вод снизились в 2 раза.

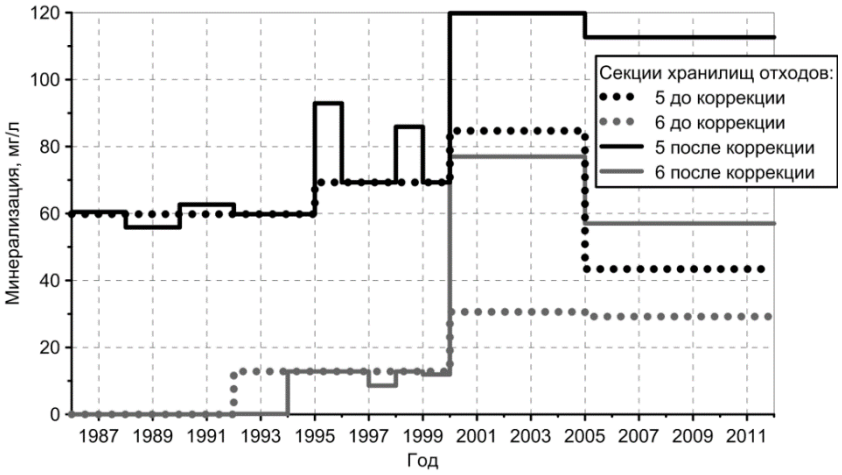


Рисунок 3. *Результаты корректировки минерализации в секциях 5 и 6 хвостохранилища мела.*

С использованием откалиброванной геомиграционной модели дан прогноз развития ореола загрязнения и выхода его в р. Вятку. На рисунке 4 показан прогнозный ореол минерализации подземных вод, из которого следует, что разгрузка загрязнения происходит преимущественно в старичные озера, в р. Елховку и р. Вятку.

Прогнозный выход NH_4^+ в р. Вятку в настоящее время практически стабилизировался и достигает 11 т/сут. Расчёт прогнозных концентраций NH_4^+ в р. Вятке показал, что концентрация NH_4^+ в реке может достигать 3 мг/л

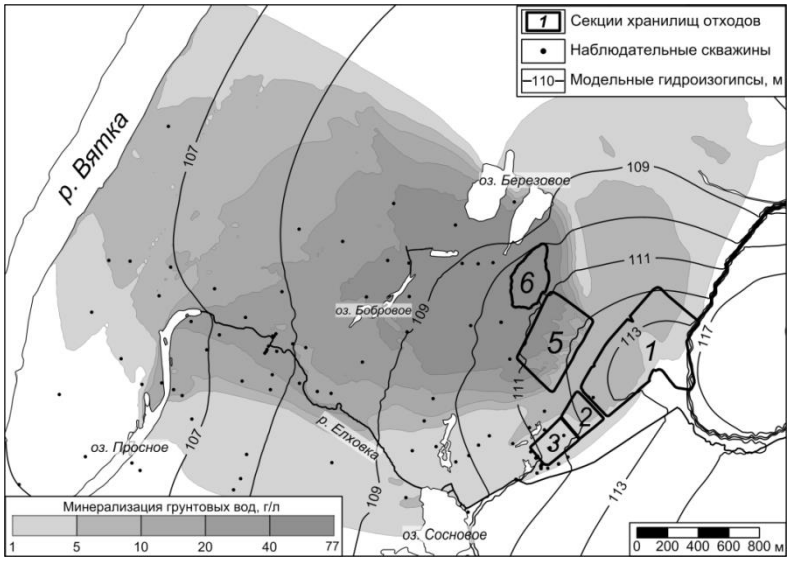


Рисунок 4. *Прогнозный ореол минерализации грунтовых вод на 2117 г., рассчитанный с учётом откорректированных значений минерализации в хранилищах.*

Выводы

При оценке воздействия хранилищ промышленных отходов на грунтовые воды на основе данных мониторинга в комплексе с геофильтрационным и геомиграционным моделированием в условиях недостатка информации о режиме работы хранилищ представляется целесообразным интерпретировать данные мониторинга с учётом возраста грунтовых вод. При интерпретации данных мониторинга в таком случае используется «эффект памяти» геомиграционного потока, что позволяет уточнить параметры источников загрязнения грунтовых вод и, таким образом, повысить достоверность прогнозных расчётов.

Библиография

1. Куваев А.А., Семенов М.Е., Евланов Д.С. Моделирование миграции загрязнения в грунтовых водах// Безопасность ядерных отходов и окружающей среды. 2011. N 2, с. 46-51.

2. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М., Изд-во МГУ, 1995

3. Langevin C., Thorne Jr. D., Dausman A., Sukop M., Guo W. SEAWAT Version 4: A Computer Program for Simulation of Multi-Species Solute and Heat Transport. Techniques and Methods 6-A22. Reston, Geological Survey (U.S.), 2008.

4. Glinsky M.L., Kuvaev A.A., Semenov M.E., Konnov D.V., Grachev V.A., Pliamina O.V., Evseenkova T.A. A numerical model study of chemical pollution migration in groundwater near industrial waste storages located in river valleys// International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2019. N 10, c. 607-629

5. Chiang W. 3D-groundwater modeling with PMWIN: a Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Transport Processes. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005

Опыт применения методов гравиразведки и магниторазведки при выявлении урановых оруденений на примере месторождения Агрон

Тангиматов Ж.У.* (Магистр Ташкентского Государственного Технического Университета, tangmatovjurabek@gmail.com)
Турсунметов Р.А. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tursunmet@rambler.ru)
Тё В.С.* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru)

Аннотация

В статье изложены результаты применения методов гравиразведки и магниторазведки при выявлении урановых оруденений. Урановое оруденение отмечаются градиентными изменениями гравимагнитных полей.

Ключевые слова

Гравиразведки, магниторазведка, урановое оруденение, магматические тела.

Теория

Участки работ расположены в центральной части Улус-Джамской степи, которая с востока и запада ограничивается невысокими Каратепинскими и Зирабулакскими горами. Севернее площади работ лежит плодородная Зеравшанская долина, а к югу - безводная Каршинская степь. Зиаэтдин-Зирабулакский ураново-рудный район расположен вдоль южной периферии Центрально-Кызылкумского свода на границе с Бухаро-Хивинской нефтегазоносной депрессией. Он состоит из двух рудных полей – Кетменчинского и Сабырсайского, включающих месторождения урана Кетменчи, Тутлы, Агрон, Сабырсай, Шарк, Улус, Нагорное и целый ряд рудопроявлений. Территория района в мел-палеогеновое время развивалась в платформенном режиме, а в неоген-четвертичное – пережила стадию орогенной активизации. Первое обстоятельство определило пестрый литолого-фациальный состав сформировавшихся осадков, второе – интенсивную тектоническую жизнь района в новейший этап с развитием высокоамплитудных разломов, формированием глубоких прогибов и локальных поднятий. Ниже подробнее рассмотрим площадь работ Агрон.

Осадочный мезозойско-кайнозойский чехол на участке Агрон сложен отложениями мела, палеогена, неогена и четвертичными отложениями. Его площадное распространение находится в зависимости от величины неоген-четвертичного эрозионного среза. Повсеместное развитие имеют верхнемеловые отложения сеноманского яруса, учкудукского, джерантуйского, кендыктюбинского и сабырсайского горизонтов. Континентальные отложения сеномана с размывом залегают на остаточных корах выветривания пород палеозойского фундамента и являются основными рудовмещающими на участке «Агрон».

Оруденение сосредоточено в трех рудоносных зонах Западного участка, приуроченных к песчаным отложениям кампанского яруса. Протяженность зон до 15 км при ширине 400 м и глубине залегания руд 315-610 м. На восточном участке оруденение

локализовано в кендыктюбинском и сабырсайском горизонтах турнейского яруса, где протяженность рудоносных зон достигает 4-7 км при ширине 50-200 м и глубине залегания оруденения 630-670м.

Для прогнозирования локального распространения скрытых урановых оруденений предлагается следующий комплекс наземных геохимических и геофизических методов, который включает геохимическую съемку и ряд геофизических методов: радиометрию, электроразведку методом естественного электрического поля, гравиразведку и магниторазведку.

По геохимическим пробам определяется содержание радиоактивных элементов, а также изучаются радиогеохимические свойства проб, указывающие на наличие уранового оруденения. В целях прогнозирования используются не только исходные геофизические поля, но и их вариаций во времени, причем по характеру распределения исходных геофизических полей устанавливаются общие закономерности поведения геологических структур. По результатам изучения их вариаций выявляется аномальная суточная динамика геофизических полей, связанная, как с геологической структурой, так и с урановым оруденением. А именно, сопряженности радиогеохимических аномалий и аномально - суточной динамики, комплексных радиометрических наблюдений указывают на наличие урановых оруденений. По вариациям гравитационного и магнитного полей устанавливается геологическая структура, содержащая урановые оруденения.

Результаты естественного электрического поля привлекаются для оценки зоны пластового окисления, к зоне выклинивания которой, в большей степени приурочиваются урановые оруденения.

Ниже рассмотрим возможности предложенного комплекса при выявлении урановых оруденений на примерах.

По результатам выполненных исследований разработаны поисковые критерии рационального комплекса наземных геохимических и геофизических методов высокого разрешения, которые основаны на условиях формирования урановых месторождений гидрогенного типа и изучение тонкого механизма природы радио геохимических свойств пород, также на аномально - суточной динамике локальных геофизических полей, вызванных циклическими луна - солнечном приливами и отливами. В качестве поисковых критериев установлены явно выраженные аномальные геохимические и геофизические параметры характеризующие геологические процессы, связанные с урановыми оруденениями.

В условиях Центрального Кызылкума область развития ураноносных зон отмечается своеобразием распределения геофизических полей. Выявлено, что потенциальным источником урановых оруденений является интрузивные тела, находящиеся в предгорных зонах, которые отличаются повышенной плотностью и низкой магнитностью.

Данные тела отмечаются локальными аномалиями гравимагнитного поля. Относительно этих тел ураноносные зоны, отмечаются монотонным понижением гравитационного поля за счет развития трещиноватости пород, и в тоже время –

повышением геомагнитного поля, вызванного за счет приобретения парамагнитных свойств рудовмещающих отложений, под действием радиоактивного излучения. В целом, указанные особенности строения проявляются на поведении изолиний гравимагнитных полей.

По циклическим наблюдениям изучаются аномально-суточные локальные динамики гравимагнитного поля, которые подчеркивают границу развития ЗПО и присутствие геологических структур, содержащих урановые оруденения. Наличие рудолокализующей структуры отмечается заметной аномальной вариацией искомого поля.

Ниже рассмотрим результаты геохимических, гравиметрических и геомагнитных работ. На рисунке 1 представлены результаты распределения содержания урана по опытному участку. На карте выявлены зоны, характеризующиеся аномальными значениями урана, которые имеют локальное распространение.

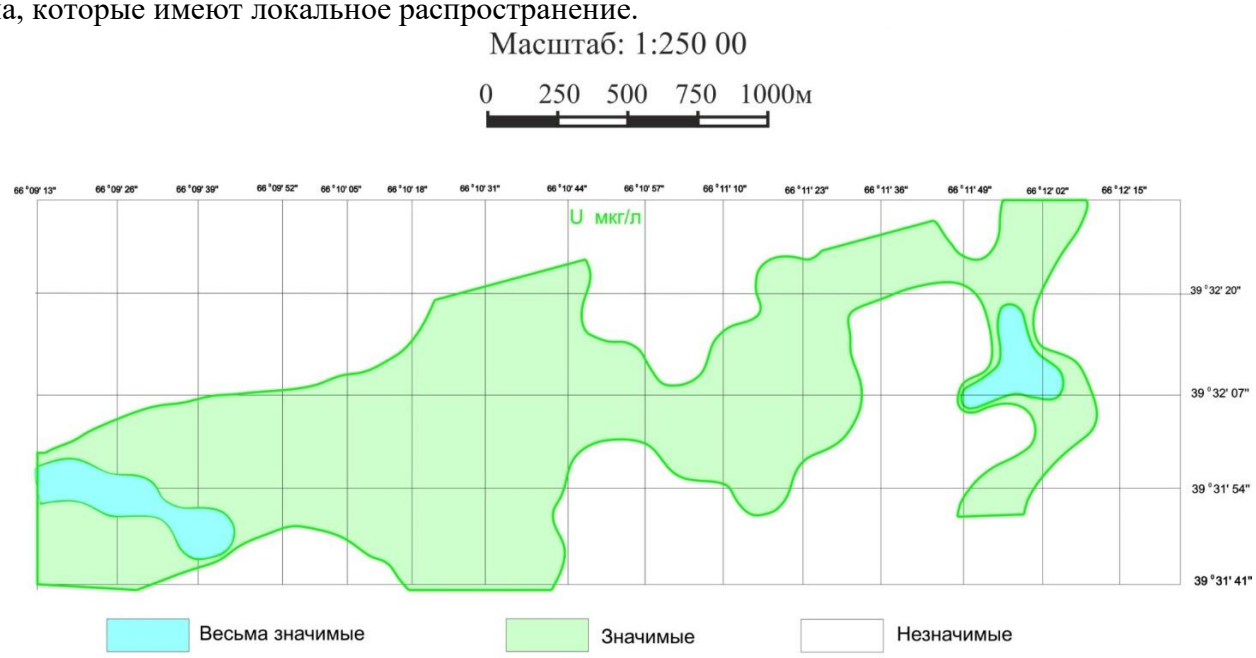


Рис 1. Карта ореолов рассеяния урана на прилегающих территориях месторождения Агрон

В дальнейшем по этой аномальной зоне были проведены гравимагнитные исследования результаты которых представлены на (рис 2).

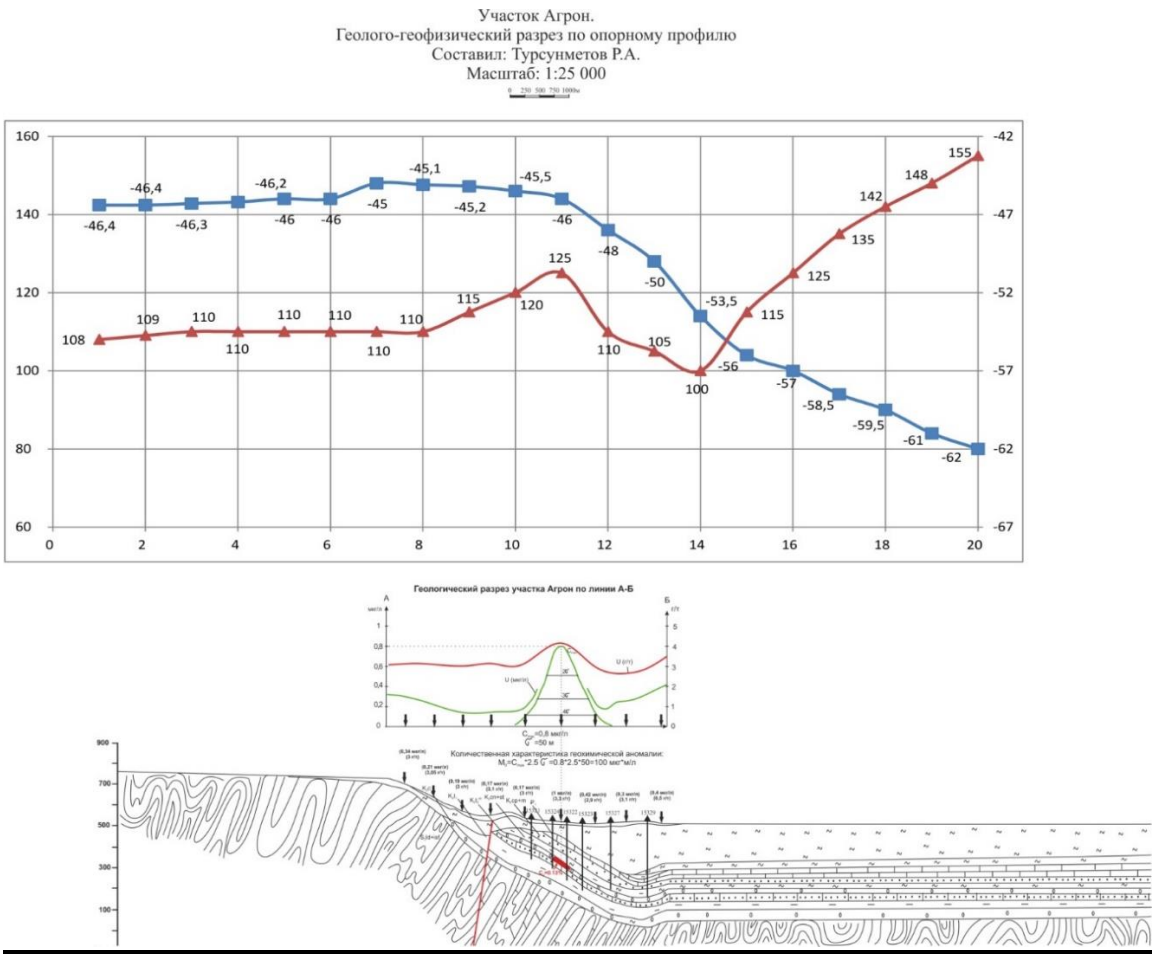


Рис 2. Геолого-геофизический разрез по опорному профилю участка Агрон (синяя линия – результаты гравиразведки, красная линия – результаты магниторазведки

Из представленного следует что зона пластового окисления отмечается монотонным повышением геомагнитного поля и в тоже время понижением гравитационного поля. Само оруденение отмечается на рисунке градиентным изменением гравитационного поля вызванного развитием трещиноватости в зоне оруденения. Отметим, что граница зоны пластового окисления куда тяготит оруденение выделяется слабым повышением геомагнитного поля.

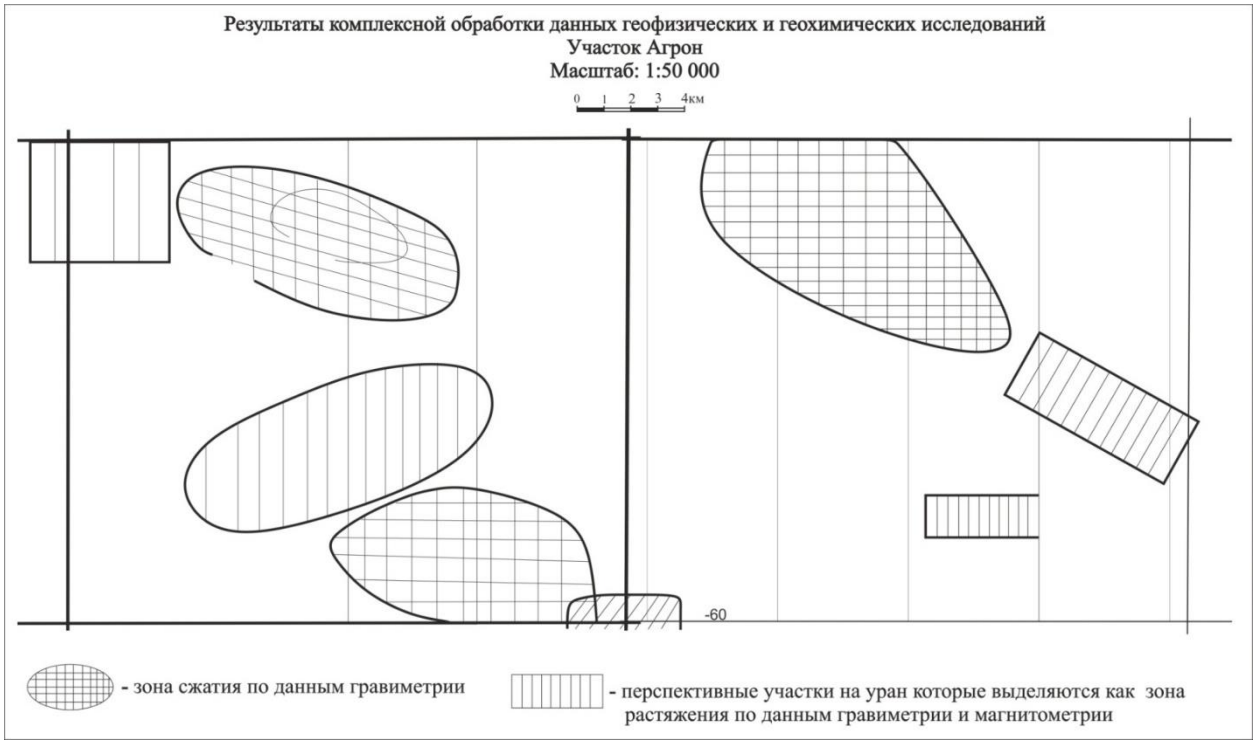


Рис 3. Результаты комплексной обработки данных геофизических и геохимических исследований на участке Агрон

В целом по результатам обобщения геофизических и геохимических исследований была составлена карта перспективных площадей которая отличается вышеустановленными изменениями гравимагнитных полей (рисунок 3). На рисунке 3 указаны перспективные площади на уран, которые выделяются как зоны растяжения по данным гравиметрии и магнитометрии.

Выводы

Результаты исследования сводятся к следующему. Урановое оруденение проявляется в поведении содержания урана, полученное по результатам геохимической съемки. Зона пластового окисления характеризуется монотонным повышением магнитного поля и понижением гравитационного поля. А урановое оруденением градиентным понижением гравитационного поля.

Библиография

1. Турсунметов Р.А., Абдуллаев Б.Д., Турапов М.К. О совершенствовании методики поисков скрытых рудных месторождений. «Геология и Минеральные ресурсы» Ташкент, 2018 – 54-63 с.

2. Тарханов А.В., Бугриева Е.П. Урановая промышленность в годы глобального экономического кризиса и пандемии. «Минеральное сырье». Серия геолого-экономическая №38. М.: ВИМС, 2021. – 88 с.

Оценка теплового потенциала территорий Республики Калмыкия, Астраханской области и части Республики Дагестан в энергетических целях по данным имеющихся скважин

Ткачев Т.А.* (МГРИ-РГГРУ, tcka4ev.timofei@yandex.ru)

Аннотация

В настоящей работе, в целях изучения возможностей развития геотермальной энергетики, как части возобновляемой энергетики в России [2,3], изложены результаты по оценке теплового потенциала территорий Республики Калмыкия и Астраханской области с прилежащей к ним территорией Республики Дагестан по данным имеющихся скважин, расположенных на Прикаспийском артезианском бассейне и Терско-Каспийском артезианском бассейне. Также для работы с показателями, представленными на карте, была произведена оценка гидрогеологических характеристик, привязка, анализ различных типов трансформаций и оцифровка данных карты. Это даёт более подробное представление об оцениваемой местности. Таким образом, имеется возможность визуального и наиболее информативного представления о ресурсах данного региона. Для оценки гидрогеологической обстановки в качестве источников информации была использована карта подземных вод L-(38),(39) (Астрахань) с масштабом 1:1000000, составленная ИГЭ РАН. При работе с картой было использовано ПО QGIS 3.20.0.

Для оценки теплового потенциала использованы эмпирическая формула и математическая модель процесса в виде дифференциального уравнения второго порядка.

Ключевые слова

Геотермальная энергетика, гидрогеологические характеристики, тепловой потенциал, оцифровка, математическая модель.

Теория

Поиск и анализ пространственных данных по гидрогеологическим характеристикам территорий с использованием геоинформационных систем

Под модулем привязки растров понимается инструмент создания файлов привязки для растровых изображений. Он позволяет ссылаться на географическую или спроектированную систему координат путём создания нового файла формата GeoTiff или объединения файла привязки с существующим изображением. Основной подход в процессе привязки растров — это расположение точек на изображении, с которого вы можете точно снять их координаты. При стандартной процедуре привязки растровых изображений подразумевается выбор множества точек на растре, обозначение их координат и выбор соответствующего типа преобразования. Исходя из введённых

параметров и данных, модуль вычислит параметры файла привязки. Чем больше координат будет введено, тем точнее будет результат. Для оцифровки применяются различные инструменты, выбор которых зависит от геометрии объекта на карте. Мы можем использовать линии, точки и полигоны. Также имеется возможность изменения их внешнего вида.

Общая оценка теплового потенциала

Для расчёта суммарной выработки тепла термальными подземными водами воспользуемся формулой, адаптированной для геотермальных циркуляционных систем теплоотбора [4]:

$$G = 10^{-3} \cdot Q \cdot \eta \cdot C \cdot (T_1 - T_2),$$

где G – тепловые ресурсы (ГДж/сутки), Q – дебит ($м^3$/стуки), T_1 – температура извлекаемой воды из скважины (^{O}C), T_2 – температура закачиваемой воды в пласт (^{O}C), C – удельная теплоёмкость воды (4,186 кДж/кг·^{O}C), η – коэффициент полезного действия пластинчатого теплообменника (равен 0,9).

Далее приведём таблицу №1 иллюстрирующую энергетический потенциал тепловой выработки определённого гидрогеологического района и административного субъекта. Такая градация покажет нам энергетический потенциал не только по геологическому месту его локализации, но и по его размещению в политических субъектах.

Таблица №1. Суммарные тепловые ресурсы (ГДж/сутки)

	Прикаспийский артезианский бассейн	Терско-Каспийский артезианский бассейн	Общее кол-во (по административному субъекту)
Россия (Астраханская область)	138,341	703,087	841,428
Республика Калмыкия	141,268	340,476	481,744
Республика Дагестан	Скважины отсутствуют	3959,096	3959,096
Общее кол-во (по гидрогеологическому району)	279,609	5002,659	Всего: 5282,268

Уточнение оценок теплосодержания с использованием математических моделей

Более подробную оценку теплоотдачи конкретной скважины можно получить, рассматривая математические модели теплопереноса в скважине. В работе [1] приведена математическая модель теплопередачи через цилиндрическую поверхность с продольными рёбрами на её внешней поверхности, расположенную внутри трубы

большего диаметра (рис. 1). По внутренней трубе циркулирует поток воды первичного теплоносителя с температурой T_1, а за её внешней оребрённой поверхностью вторичный теплоноситель с температурой T_2, при этом $T_1 > T_2$.

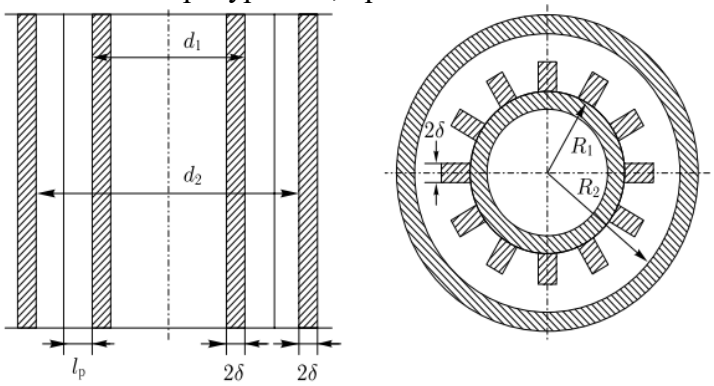


Рисунок 1. *Схема ребристой теплопередающей поверхности: d_1 - внешний диаметр внутренней трубы, d_2 – внутренний диаметр наружной трубы, 2δ - толщина стенки внутренней и внешней трубы и ребра, l_P – высота ребра.*

Описать изменение температуры вдоль прямоугольного ребра с постоянным по длине поперечным сечением, малой толщиной ребра 2δ и температурного пограничного слоя толщины δ_T, можно дифференциальным уравнением:

$$\frac{d^2T}{dx^2} - k^2(T - T_2) = 0, \quad где\ k = \sqrt{\frac{\lambda_B}{\lambda_M \delta \delta_T}} \ ,$$

где λ_B – коэффициент теплопроводности воды, омывающей оребрённую теплопередающую поверхность, λ_M – коэффициент теплопроводности металла оребрённой цилиндрической поверхности, 2δ - толщина стенок трубы и рёбер, принимаемая одинаковой.

Граничные условия:

$$T|_{x=0} = T_* \ ,$$

где T_* - температура внешней поверхности внутренней трубы одинаковая между ребрами и их внутренними торцами.

Тепловой отток с конца ребра при $x = l$ равен:

$$-\lambda_M \cdot \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\lambda_B}{\delta_T}(T - T_2).$$

Поток тепла через межрёберную поверхность трубы определяется по приближённой по формуле, с учётом, что $\delta \ll R$ и $\delta_T \ll R$:

$$q_1 = \frac{\pi R - n\delta}{\frac{\delta_T}{\lambda_B} + \frac{\delta}{\lambda_M}} \cdot (T_1 - T_2).$$

Поток тепла через поверхности рёбер определяется интегрированием по ребру, с учётом везде одинаковой толщины δ_T температурного пристеночного слоя:

$$q_2 = \frac{2n\lambda_B}{\delta_T} \int_0^l (T - T_2)dx = \frac{2n\lambda_B}{\delta_T k} \cdot (T_* - T) \cdot \frac{(1 - e^{-kl}) \cdot (1 + Ae^{-kl})}{Ae^{-2kl} + 1}.$$

Тепловой отток через торцевую часть рёбер:

$$q_3 = 2n\delta \cdot \frac{\lambda_B}{\delta_T} \cdot [T(l) - T_2] = 2n \cdot \frac{\delta}{\delta_T} \cdot \lambda_B \cdot \frac{T_1 - T_2}{2(1 + \kappa^2)} \cdot \frac{A + 1}{Ae^{-kl} + e^{kl}}.$$

Общий поток тепла через оребрённую трубу представим в виде суммы $q = q_1 + q_2 + q_3$:

$$q = \frac{\pi R(T_1 - T_2)}{\frac{\delta_T}{\lambda_B} + \frac{\delta}{\lambda_M}} \times \left[\left(1 - \frac{n\delta}{\pi R}\right) + \frac{n}{\pi R k} \cdot \frac{(1 - e^{-kl}) \cdot (1 + Ae^{-kl})}{Ae^{-2kl} + 1} + \frac{n\delta}{\pi R} \cdot \frac{A + 1}{Ae^{-kl} + e^{kl}}\right].$$

Расчет теплоотдачи по указанным формулам уточняют ранее полученные оценки.

Выводы

Разработка логической модели и структуры геоданных для исследуемых территорий Прикаспийского и Терско-Каспийского артезианских бассейнов в конечном итоге приводит к созданию цифровой базы, которая предоставляет возможность выбора, изменения порядка и одновременного просмотра различных слоёв оцифрованного участка. Составленная база геоданных может быть использована в решении различных аналитических задач, касающихся водоснабжения территории, анализа её гидрогеологических характеристик, прогнозирования и моделирования в геоэкологических задачах. Программа QGIS может быть полезна для упорядочивания и систематизации геологической и любой другой территориальной информации. Средства данной программы облегчают анализ и представление информации.

Общая выработка тепла по месторождениям термальных вод Прикаспийского артезианского и Терско-Каспийского артезианского бассейнов составляет примерно 5,3 тыс. ГДж/сутки, что говорит о высоком ресурсном потенциале. Также можно говорить о перспективности данных гидрогеологических районов сравнивая полученные оценки с суммарной выработкой тепла на Ханкальском месторождении (2145 ГДж/сут) и всего караган-чокракского комплекса на территории Чеченской республики (7,4 тыс. ГДж/сут) [4].

Библиография.

1) Алхасов А.Б. «Освоение низкопотенциального геотермального тепла» / Под ред. академика В.Е. Фортова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 280 с.

2) Белоусов В.И., Постников А.И., Мельников Д.В., Белоусова С.П. «Геотермальные ресурсы» / Учебно-методическое пособие. – Петропавловск-Камчатский: Издательство КГПУ. – 2005. – 105 с.

3) Перминов Э.М. «Современная возобновляемая энергетика-важнейшая составляющая энергетики будущего» / В кн. «Функционирование и развитие электроэнергетики в эпоху цифровизации», под редакцией Н.Д.Рогалева. - М.: МЭИ, 2021, стр. 195-228.

4) Фархутдинов А.М. и др. «Термальные подземные воды Восточно-Предкавказского артезианского бассейна: экономические аспекты использования на примере Ханкальского месторождения» / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 1. стр. 50–61.

Ультразвуковое продвижение массопереноса в процессе подземного выщелачивания урана

Халимов И.У.* (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои, halimov_@bk.ru),
Шарафутдинов У.З. (АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Республика Узбекистан, г. Навои), Каримов И.А. (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои), Тохиров Г.Р. (Навоийский государственный горный институт, Республика Узбекистан, г. Навои)

Аннотация

Рост интереса к подземному выщелачиванию металла возрастает, в связи более низких эксплуатационных затрат и потенциально меньшего воздействия на окружающую среду. Возможность применения ультразвукового метода для интенсификации процесса позволяет снизить себестоимость продукции. Цель – увеличения скорости массопереноса при извлечении в процессе подземного выщелачивания урана, и исследование механизма миграции ионов при различных условиях ускорения при воздействии ультразвука.

Ключевые слова

уран, массоперенос, подземное выщелачивание, ультразвуковые и кавитационные технологии, температура, скорость перемешивания, активация, извлечение.

Теория

Уменьшение содержания полезного компонента, слишком глубокие залежи и рост затрат на энергию увеличили эксплуатационные и капитальные затраты на добычу и переработку урана. Эти факторы привели к поиску новых методов и технологий добычи полезных компонентов. Таким образом, традиционные методы добычи могут быть дополнены или заменены, что позволит извлекать металл с меньшими затратами. В настоящее время, в мире, способ подземного выщелачивания (ПВ) имеет ряд преимуществ перед традиционными и дорогостоящими способами добычи полезных ископаемых. Метод ПВ позволяет снизить до 4 раз капитальные вложения на строительство предприятий и сократить сроки строительства рудников, повысить в разы производительность труда и, соответственно, уменьшить себестоимость готового продукта за счет оптимизации рабочих мест. Стабильный рост добычи урана методом ПВ в последнее десятилетие увеличился в среднем на 30%. При таком стремительном росте потребности урана, практика производства устанавливает перед учеными задачи по разработке нетрадиционных технологий, что является важными, как теоретически, так и практически [1]. Системы мониторинга и инструменты прогнозирования имеют решающие значения для предотвращения загрязнения почвы и подземных вод реагентами в процессе подземного выщелачивания во время, и после обработки. Для управления потоком раствора необходимо определить основные свойства горных пород подземного месторождения. Перед началом эксплуатации настоятельно рекомендуется провести гидрогеологические исследования, такие как оценка направления и скорости естественного потока воды, химического состава воды, забора и сброса воды,

гидрогеологических условий, включая анизотропию, проницаемость и пористость горных пород, после чего остаточный раствор в грунтовых водах можно оценить [2]. Одной из таких задач является увеличение движения ионов при использовании в качестве возбудителя ультразвука (УЗ), которое обычно генерирует в частотных диапазонах от 20 кГц до 500 МГц.

Распространение ультразвуковой волны в среде может вызвать сильные колебания давления и повышение температуры. Высокая температура приводит к повышенной растворимости аналитов в выщелачивающем растворе и к увеличению коэффициента диффузии аналитов через среду. Увеличенные перепады давления увеличивают проникновение выщелачивающего раствора в пористую твердую среду и способствуют переносу ионов между твердой средой и жидкостью.

Когда ультразвуковая волна движется через жидкость, расстояние между молекулами сжимается и растягивается (рис. 1). Во время стадии растяжения создается отрицательное давление, и если давление достаточно мало, жидкость распадается, и в жидкости образуются пустоты.

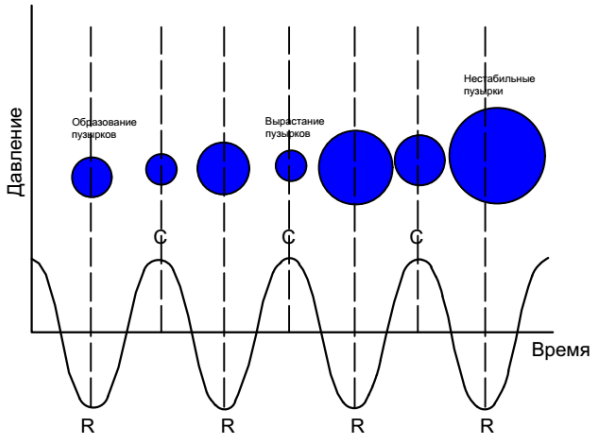


Рисунок 1. *Схематическая диаграмма роста и схлопывания пузырьков в жидкости под действием акустического поля, приводящего к образованию локализованных горячих точек где: R-разрежение, C-сжатие*

Чрезвычайно высокая локальная температура и давление создают микроскопическую турбулентность, и пограничный слой вокруг пузырьков становится более тонким, что приводит к обширному схлопыванию пузырьков, нагреву, повышенной скорости перемешивания и активации химических процессов за счет усиления тепломассопереноса. Одним из специфических факторов, увеличивающих массообмен, является производство микроструй.

Микроструи возникают, если пузырек схлопывается достаточно близко к твердой поверхности, чтобы скорость движения жидкости, вызванная схлопыванием, которое ударяется о твердое тело, составляла несколько сотен метров в секунду (рис. 2).

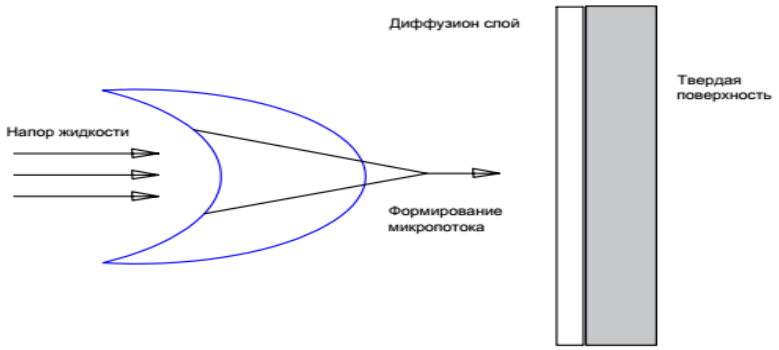


Рисунок 2. *Коллапс кавитационного пузыря у поверхности*

Эта микроструя может создавать новые открытые поверхности, способствующие улучшенному массообмену. Кавитирующие пузырьки, расположенные вдали от границы раздела твердое тело – жидкость, могут создавать ударные волны высокого давления. Эти ударные волны увеличивают массоперенос за счет уменьшения толщины диффузионного слоя на твердой поверхности.

В лабораторных исследованиях изучалось использование ультразвука для улучшения массопереноса в системах твердое тело – жидкость. Ультразвуковой метод оказался полезным для увеличения скорости выщелачивания урана и других металлов. Было показано, что использование ультразвукового метода увеличивает скорость химических реакций, и предполагается, что это связано с образованием микроструй.

Результаты работ показали увеличение общего извлечения урана на 15% для частиц малого размера (230 мкм) и увеличение на 20% для частиц большего размера (420 мкм), сокращение времени выщелачивания в среднем на 20%.

Однако надо понимать, увеличение мощности УЗ увеличивает интенсивность кавитации, которая в таком случае становится достаточно большой, чтобы влиять на частицы при выщелачивании. В результате, повышается эффективность выщелачивания и снижается мощность УЗ, а для воздействия на частицы недостаточно кавитационных пузырьков, что приводит к более низким скоростям выщелачивания. Иногда увеличение мощности может иметь обратный эффект на скорость извлечения и эффективность выщелачивания.

Выводы

Ультразвуковой метод может способствовать массопереносу вблизи границы раздела твердое тело – жидкость за счет создания чрезвычайно высоких давлений и температур, а распадающиеся кавитационные пузырьки также вызывают локальную турбулентность, высокое давление и температуру, что может увеличить скорость химических процессов при подземном выщелачивании. Данный метод может улучшить миграцию ионов в месторождениях с низкой проницаемостью.

Библиография

1. *Аликулов Ш.Ш., Халимов И.У.* Интенсификация параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд на примере урановых месторождений Узбекистана // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № С. 37–48. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-3-0-37-48.

2. Аликулов Ш.Ш., Халимов И.У., Наврузов Т.Ю., Каримов И.А. Исследования мирового опыта «повторной» отработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания // Горный вестник, Узбекистан 2021г. №3– С. 44-48.

Возможности электромагнитных методов при выявлении водоносных горизонтов локального распространения

Хасан Фаррухович* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», nikita.gonchar.19_97@mail.ru),
Никита Михайлович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» nikita.gonchar.19_97@mail.ru)
Хасан Махмудович (Магистр «ТГТУ», turapovhasan79gmail.ru),
Рахим Ахмедович (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»)

Аннотация

В статье излагается возможности электромагнитных методов, при выявлении водоносных горизонтов. Также приводится особенности изменения геоэлектрических параметров, связанных с водоносными горизонтами.

Ключевые слова

Метод ВЭЗ, частотное электромагнитное зондирование, метод ВП, удельное электрическое сопротивление, поляризуемость.

Источники финансирования

Госбюджетный проект.

Теория

Поиск пресных подземных вод в маломощных и небольших по площади водоносных горизонтах предъявляет особые требования к применению электромагнитных методов.

В этих условиях электромагнитные исследования проводятся на локальных участках, где геолого-тектоническое строение не всегда изучено до конца. Выявление и установление фильтрационных потоков на участках затрудняется из-за отсутствия опорных данных (отсутствие скважин). Поэтому не удается составить корреляционную зависимость между геоэлектромагнитными и гидрогеологическими параметрами.

В этом аспекте большое значение имеет привлечение обобщенных корреляционных зависимостей, которые получены в аналогичных условиях.

В целом гидрогеологическое истолкование осуществляется при весьма ограниченной информации, как о литологическом составе пород, так и фильтрационном потоке подземных вод.

Следовательно, представляет интерес использование в дальнейшем обобщенных зависимостей между геоэлектрическими и гидрогеологическими параметрами в целях оценки фильтрационного потока на локальных участках. Кроме того, так же необходимо выявить геоэлектромагнитные показатели, которые могут использоваться при выявлении и установлении водоносных горизонтов локального распространения. Ниже рассмотрим возможности электромагнитных методов при изучении фильтрационного потока подземных вод.

Был предложен метод оценки минерализации подземных вод по электрической анизотропии. Данная методика оценки минерализации дает хорошие результаты в том случае, когда по площади имеется достаточное количество скважин, на которых выполняется параметрические наблюдения для получения достоверной корреляционной зависимости между сопротивлением и минерализацией подземных вод.

В целях выявление водообильных зон применялись методики по закономерности выявления типов кривой по площади. Однако для реализации этой методики понадобилось большое количество наблюдений. В дальнейшем были использованы корреляционные зависимости между электрической анизотропии и удельным дебитом водоносного горизонта для оценки водообильности водоносного горизонта.

Следует отметить, что составленные зависимости дают удовлетворительные результаты при низких значениях минерализации подземных вод, как это показали результаты апробации. Установленные зависимости не всегда могут служить универсальной зависимостью между указанными показателями, так как привлекаемые электроразведочные показатели не всегда отражают поведение изучаемых гидрогеологических параметров в реальных условиях. Как уже было отмечено, на поведение кривых зондирований и коэффициента анизотропии оказывает влияние не только гидрогеологические условия разреза, но и геологические неоднородности, присутствующие в разрезе. Следовательно, самой большой проблемой для практики является выделение электроразведочных параметров, соответствующих поведению гидрогеологических параметров. В этом аспекте основной задачей является выбор электроразведочного показателя, характеризующего гидрогеологические параметры, и при этом следует отметить, что от степени сложности изучаемого разреза в качестве электроразведочного показателя могут использоваться как результаты интерпретации кривых кажущихся сопротивлений, так и значения кажущихся сопротивлений.

В настоящее время в достаточной степени для практики не сформулированы способы выделения геофизических показателей, характеризующих поведение гидрогеологических параметров по площади. В этом аспекте можно отметить опыт работ института ВСЕГИНГЕО (Е.Козак, 1990 г.) по комплексированию метода ВЭЗ и ВЭЗ-ВП при оценке водообильности горизонтов. При этом сформулирована геоэлектромагнитная модель пористой водонасыщенной среды с глинистым заполнителем с использованием параметра сопротивления и поляризуемости пород. Указанная модель успешно апробирована при оценке водообильности рыхлых отложений по результатам методов ВЭЗ и ВЭЗ-ВП. Кроме того, поведение круговых диаграмм кажущихся сопротивлений и поляризуемости над тектонической зоной использовалось для выявления водоносности указанной зоны. Также как в предыдущем случае (Шарапанов, 1989г), ведущее место отдается изучению электромагнитной анизотропии, связанной с фильтрационным потоком подземных вод. Как показывает практика, из-за влияния неоднородности изучаемого разреза, не всегда абсолютное значение коэффициента электрической анизотропии отражает интенсивность изучаемого фильтрационного потока.

Если, вышеизложенные подходы методического характера были направлены на особенности получаемых геоэлектромагнитных параметров, то следующие излагаемые материалы направлены на анализ обобщенных зависимостей.

Исследования проводились, когда из выше расположенной скважины не производился отбор воды, и в пределах района родника происходило движение подземной воды и выклинивание родника.

Такую же картину наблюдаем при использовании дипольных установок.

Таким образом, движение подземных вод на поведение кривых зондирований многогоризонтного комплексного электрозондирования четко проявляется.

С другой стороны, изучение нелинейного параметра по глубине позволит оценить глубину залегания уровня грунтовых вод. Круговая диаграмма кажущихся сопротивлений, полученных с помощью дипольных установок практически не коррелируется с фильтрационным потоком подземных вод, когда движение подземных вод происходит в горизонтальном направлении.

Так же заслуживает внимание изучение электромагнитной анизотропии на переменном токе. Преимущество изучения электромагнитной анизотропии перед электрической анизотропией заключается в том, что при постоянном токе, в основном. изучается анизотропия среды в плане. Тогда как на переменном токе анизотропия среды изучается в пространстве. Следовательно, с успехом можем изучать структуру фильтрационного потока подземных вод в пространстве. Немаловажную роль играет при поиске месторождений подземных вод локального распространения выявление и прослеживание тектонических зон. В течении многих лет используется способ Н.И.Пичугина, который основан на пересечении погоризонтных графиков кривых зондирований, над тектоническим блоком, которые смещаются друг от друга в вертикальной плоскости. Как показала практика, что пересечение также наблюдается над неоднородностями различного размера и в дальнейшем необходимо разработать методику классификации полученных пересечений.

Вышеизложенные рассуждения по оценке возможностей электромагнитных методов при выявлении водоносных горизонтов и установленные закономерности поведения электромагнитных параметров над фильтрационным потоком относятся преимущественно к водоносным горизонтам, характеризующимся значительным распространением, а изучение маломощных и небольших по площади водоносных горизонтов требует специфического подхода.

В дальнейшем, нами были выполнены опытно-методические работы в комплексе ВЭЗ-ВП и частотное электромагнитное зондирование. При частотном электромагнитном зондировании в качестве источника электромагнитных полей использовались заземленные электрические диполи. При этом, производилась регистрация электромагнитного поля с помощью заземленного электрического диполя и многовитковой рамкой, позволяющей регистрировать магнитное поле. Результаты, полученные при помощи предложенного комплекса представлены на (рис.1), и результаты интерпретации представлены в виде эпюр удельного электрического сопротивления и вызванной поляризации

Водоносный горизонт отмечается повышенными значениями удельного электрического сопротивления пород со значением 42 Ом.м. (рис.1), так как в этом горизонте наблюдается присутствие глинистых фракций, которые также

характеризуются повышенными значениями поляризуемости. Наибольший интерес представляет результаты интерпретации полевых кривых кажущихся сопротивлений, которые получены по результатам измерения электрического и магнитного полей. Отметим, что значения удельного электрического сопротивления водоносного горизонта полученного по результатам интерпретации кривой магнитной составляющей, чем значение удельного электрического сопротивления горизонта, полученной по результатам интерпретации кривой электрической составляющей. Такое закономерное изменение вызвано анизотропными свойствами водоносного горизонта. Подобное изменение указывает на присутствие фильтрационного потока подземных вод в разрезе.

Рис. 1 Результаты комплексных электромагнитных исследований на участке Коктерек.

Выводы

Таким образом, выполнение комплекса ВЭЗ-ВП и ЧЗ, позволит уверенно выявлять водоносные горизонты по изучаемому разрезу

Библиография

1. Колесников В.П. Основы интерпретации электрических зондирований – М.: Научный мир, 2007г.

2. Турсунметов Р.А. Электрический способ определения структуры движения потока подземных вод. Авторское свидетельство. 2020г.

3. Турсунметов Р.А. Электромагнитные исследования нового поколения в целях

поиска пресных подземных вод локального распространения. «Интерация науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан» ГII «НИИМР» Ташкент 2016, Статья. стр. 87-89.

4. Якушев В. М., Якушев А. В. Электразведка. Учебно-методическое пособие для подготовки к практическим занятиям для студентов специальности 21.05.03 Технология геологической разведки // Ставрополь, 2017г. 104с.

Комплексы гидродинамических исследований скважин для исследования фильтрационных характеристик угольных пластов и анализа эффективности геолого-технических мероприятий

Шишляев В.В.* (ООО «Газпром проектирование», shishlyaev@yandex.ru), Черепанский М.М. (МГРИ, vodamch@mail.ru)

Аннотация

При изучении фильтрационных свойств угольных пластов наиболее эффективными методами, позволяющим получить представительное и достаточно точное значение проницаемости угольных пластов, являются методы ГДИС. В рамках этой работы рассмотрены результаты практического применения комплекса методов ГДИС в скважинах при исследовании фильтрационных характеристик глубокозалегающих угольных пластов до проведения геолого-технических мероприятий, а также результаты оценки состояния прискважинной зоны методами ГДИС после ГРП.

Ключевые слова

Гидродинамические исследования скважин, метаноугольные месторождения, угольные пласты, геолого-технологические мероприятия.

Введение

В условиях ухудшения структуры сырьевой базы газового комплекса России одним из перспективных направлений ее развития является освоение нетрадиционных ресурсов углеводородного сырья, в частности метаноугольных месторождений. Важнейшим этапом организации разработки метаноугольных месторождений является решение задач выбора продуктивных угольных пластов и выделения эксплуатационных объектов в угленосном разрезе, что напрямую связано с изучением фильтрационных параметров угольных пластов. Фильтрационные характеристики коллектора предопределяют дебиты скважин, степень извлечения флюидов, развитие области дренирования. Проницаемость имеет первостепенную важность, так как коммерческие уровни добычи метана не могут быть получены, если пласт не обладает приемлемой проницаемостью.

Теория

Изучение гидрогеологических условий районов добычи угольного метана на территории Кузбасса характеризуется практически полным отсутствием фактических данных по гидрогеологическим условиям глубоких горизонтов. Ограничением применимости большинства имеющихся гидрогеологических методик связано с низкими фильтрационными характерами угольных пластов и углевмещающих пород, что характеризует зону замедленного водообмена.

Предпочтительным методом получения необходимой информации по определению фильтрационных характеристик угольных пластов являются гидродинамические исследования разведочных скважин (ГДИС), которые включают в себя: методы пробных откачек воды из скважин, тесты нагнетания воды с последующей

регистрацией кривой падения давления, исследование угольных пластов с помощью испытателей пластов на трубах (ИПТ), селективные испытания на приток с применением струйных насосов или компоновок винтовых насосов, комплексы гидродинамических каротажей (ГДК-ОПК) [1].

Методические подходы

Как показывают результаты разведки глубокозалегающих угольных пластов на Нарыско-Осташкинском и Талдискном метаноугольных месторождениях начальная система эндогенных и экзогенных трещин пластов насыщена пластовой жидкостью (100 % водонасыщенность). Основные подходы к организации ГДИС обводненных угольных пластов при изучении проницаемости базируются на необходимости обеспечивать однофазный фильтрационный поток пластовой жидкости в системе «скважина - пласт», и интерпретация результатов не учитывает относительную фазовую проницаемость. Пластовое давление в прискважиной зоне пласта при исследовании обводненных угольных пластов методом восстановления давления или методом установившихся отборов должно превышать величину критического давления десорбции метана (при котором начинаются процессы десорбции метана и его диффузии в порово-трещинное пространство угольного пласта с учетом сорбционной изотерме угля).

На разведочном этапе подготовке к освоению метаноугольных месторождений, комплекс исследования фильтрационных характеристик угольных пластов может проводится в разведочных скважинах в зависимости от особенностей вскрытия и состояния пласта: в открытом стволе скважин, обсаженном стволе скважин после вторичного вскрытия (перфорации), в обсаженном стволе после проведения геолого-технических мероприятий по интенсификации притока газа из угольных пластов.

Наиболее широко в практике гидрогеологических работ и прямых наблюдений за фильтрацией жидкости в угольных пластах на неустановившихся режимах фильтрации зарекомендовали себя инжект-тесты, которые реализуются нагнетанием рабочей жидкости в пласт с небольшими расходами на протяжении определенного периода времени и последующим закрытием скважины и регистрацией кривой изменения забойного давления [3].

Поскольку угольные пласты характеризуются низкими значениями проницаемости, то при организации добычи метана включение в разработку пластов целесообразно проведение геолого-технических мероприятий (ГТМ). Основной задачей большинства применяемых ГТМ является установление эффективной связи ствола добывающей скважины с природной системой трещин в угольном пласте, необходимого для интенсивного протекания процессов десорбции метана и фильтрации пластового флюида к скважине. Наиболее широкое развитие получила технология гидравлического разрыва угольных пластов (ГРП).

Перед проведением ГРП для оценки физики-механических свойств и гидродинамических параметров пластов проводятся диагностические исследования (диагностический гидроразрыв пласта). Исследования включают в себя закачку с помощью насосного агрегата объема жидкости (до 10 м^3) в пласт с расходом, обеспечивающим гидроразрыв пласта, и предусматривает регистрацию кривой падения давления после остановки насосного агрегата и закрытия устья скважины. Информация, получаемая при диагностическом разрыве, включает в себя давление смыкания трещин, «чистое давление», потери давления на перфорации и в прискважинной зоне. Расчет проницаемости предусмотрен по данным, полученным после смыкания трещины, когда

устанавливается псевдорадиальный поток. Псевдорадиальный поток после смыкания трещин отмечается совпадением кривых снижения давления и производной в соответствующих координатах.

После проведения основного ГРП для оценки эффективности геолого-технических мероприятий возможно также проведение гидродинамических исследований скважин. Проведение ГДИС дает возможность оценить как основные параметры трещины (сформированную полудлину трещины ГРП и безразмерную проводимость трещины) и фактические параметры пласта (проницаемость).

Для оценки продуктивности пластов, в которых выполнен ГРП, успешно зарекомендовал себя метод установившихся отборов с последующей регистрацией КВД. При изучении угольных пластов с проницаемостью более 1 мД, когда ожидаются высокие водопритоки такие испытания можно выполнять с применением многофункциональных эжекторных пластоиспытателей. При значениях проницаемости угольных пластов менее 1 мД возможно провести спуск компоновки для селективного исследования с применением штанговых винтовых насосов. В компоновку оборудования включаются пакер с увеличенным проходным диаметром, обеспечивающим беспрепятственный спуск насоса на проектный интервал и откачку пластовой жидкости с проектной глубины. При проведении исследований возможно обеспечивать дистанционный контроль забойных технологических параметров по кабельной телеметрии. ГДИС в процессе селективного вызова притока флюида базируются на измерениях технологических параметров работы скважины на режимах исследования и снятии КВД после ее остановки.

Методы интерпретации результатов ГДИС в значительной степени базируются на применении диагностического график давления и производной от давления в двойном логарифмическом масштабе, который позволяет выделить область экспериментальных данных, наклон которой соответствует теоретическим моделям потоков флюида в пласте-коллекторе (Рисунок 1).

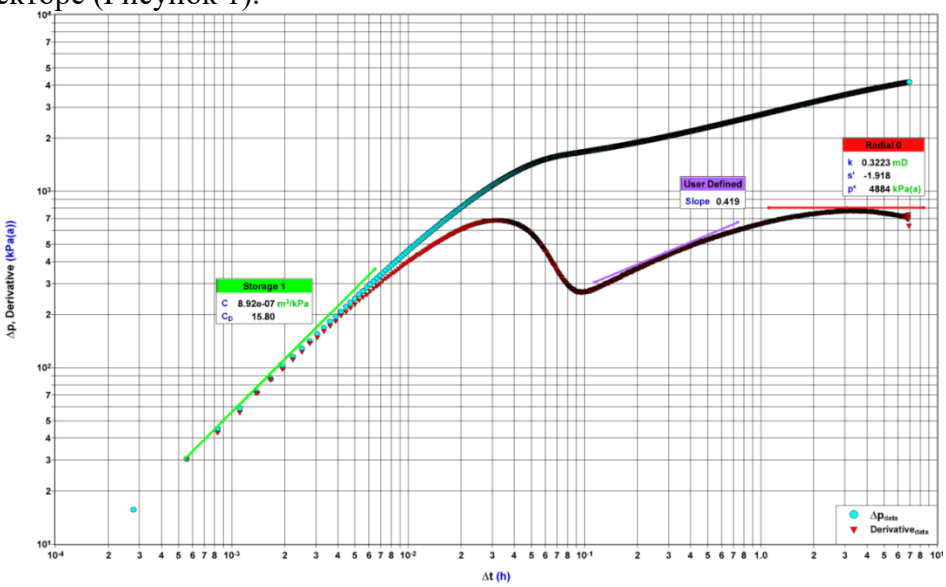


Рисунок 1. *Диагностический график интерпретации гидродинамических исследований угольных пластов*

Оценка параметров трещины ГРП с помощью снятия КПД основывается на выявлении и анализе режимов притока пластовой жидкости из скважины в пласт за счет

перераспределения давления в пласте с трещиной ГРП. В результате анализа КПД по скважине с трещиной диагностический график в логарифмических координатах давления и его производной от логарифма времени для скважины с трещиной позволяет установить различные режимы притока, которые характеризуются прямыми линиями с различными углами наклона. Исходя из характера притока, выделяются следующие режимы течения: билинейный (при комбинации двух линейных притоков: линейного течения в трещине и пласте); линейный (линейное течение в пласте после окончания билинейного режима); псевдорадиальное течение (проявляется, когда радиус исследования значительно превышает размеры трещины и линии тока сходятся к скважине в радиальном направлении.

В работе приведены результаты гидродинамических исследований угольных пластов в естественном залегании до и после геолого-технических мероприятий. В качестве объекта исследования для реализации ГДИС выбрана скважина РН-15 на Нарыкско-Осташкинском месторождении. Исследования проводились селективно путем закачки жидкости в угольные пласты 91 и 89 на протяжении 6 часов и дальнейшим закрытием скважины на регистрацию кривой падения давления (КПД) до 60 часов. При выполнении исследований расходы жидкости выбирались так, чтобы минимизировать эффект авто-ГРП. Кроме того, исследования выполнялись циклически, что позволило увеличить область исследования, а также повысить качество интерпретации. По результатам интерпретации ГДИС значение проницаемости угольных пластов 91 и 89 составляет 1,3 и 1,6 мД. После проведения ГРП в скважине РН 15 проведены повторные инжект-тесты с закачкой жидкости в пласт на протяжении 12 часов и дальнейшим закрытием скважины на регистрацию КПД до 60 часов. При интерпретации было использовано поле давления в цикле регистрации кривой падения давления. Масштабирование кривых давления и его логарифмической производной выполнялось путем построения диагностического графика в билогарифмических координатах. При интерпретации данных гидродинамических исследований была использована модель однородного неограниченного пласта с трещиной ограниченной проводимости. В результате анализа КПД по скважине с трещиной определены следующие параметры: проводимость трещины, характеризующая реальную проводимость проппантной пачки в трещине, полудлина трещины, характеризующая работающую длину трещины, скин-фактор поверхности трещины. Результаты моделирования показали, что в пласте 91 операции по ГРП позволили связать систему трещиноватости со скважиной, проницаемость увеличилась до 2,7 мД, полудлина трещины ГРП составила 40 м, проницаемость трещины порядка 70 Д. Проницаемость пласта 89 оценивается порядка 1,6 мД. Полудлина трещины ГРП 64 м. Пласт характеризуется трещиной неограниченной проводимости.

Выводы

В работе представлен комплексный подход к исследованию фильтрационно-емкостных характеристик угольных пластов до и после выполнения геолого-технических мероприятий в скважине методами ГРП.

Библиография

1. Черепанский М. М., Шишляев В. В. Моделирование эффектов изменения проницаемости угольных пластов при активных процессах десорбции метана и фильтрации пластового флюида // Горный журнал. — 2019. — № 10. — С. 89–92.

2. Д. А. Сизиков, В. В. Шишляев, Е. В. Швачко, Е.Г. Абарбанель, В. Т. Хрюкин Комплексы гидродинамических и промыслово-геофизических исследований при разведке и контроле разработки метаноугольных месторождений / // Научный журнал Российского газового общества. — 2019. — № 1(20). — С. 28–34.

Секция «Геэкология»

Анализ распределения объектов природного комплекса Москвы по муниципальным районам Южного административного округа в 2021 году

Бажинова К.Д. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», kristinabajinova@mail.ru), Орлова Я.Н. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», orlovayn@mgri.ru)

Аннотация

Особенностью, определяющей развитие природной среды крупных городов, является постепенная деградация природных объектов, уничтожение естественных ландшафтов, растительного покрова.

Москва, являясь одним из крупнейших мегаполисов мира, испытывает на себе экономические проблемы, то есть необходимо развивать и укреплять городское хозяйство, повышать уровень жизни городского населения, экологические проблемы, необходимо сохранять естественную природную среду мегаполиса, не допустив уничтожения или деградации природных экосистем, уничтожения естественных ландшафтов, растительного покрова и животного мира городов, и социальные, когда нормальные условия жизни каждого горожанина напрямую зависят от уровня развития городской инфраструктуры.

Природные объекты определяют экологическое состояние городской среды. В городе Москве природные территории города занимают около 20% площади города, что в полтора раза ниже нормы, – по расчетам специалистов для нормальной жизни горожан площадь зеленых насаждений в пределах мегаполиса должно составлять не менее 30% от общей площади города.

Ключевые слова

Природный комплекс, рекреационные территории, Южный административный округ города Москвы, обеспеченность территориями.

Теория

Природный комплекс (ПК) города Москвы - совокупность территорий с преобладанием растительности и (или) водных объектов, выполняющих преимущественно природоохранные, рекреационные, оздоровительные и ландшафтообразующие функции. В качестве главного критерия отнесения той или иной обособленной территории к ПК использован показатель преобладания в её пределах растительности (не менее 70% площади), независимо от её происхождения или характера – естественной или искусственно созданной, древесной или травянистой и другой.

В настоящее время в перечень объектов ПК Москвы входит около 2500 объектов, общей площадью 32,6 тыс. га, среди которых 17 лесопарков, 17 городских, 58 районных и 9 специализированных парков, 14 садов, около 1000 скверов и бульваров.

120 объектов ПК Москвы имеют статус ООПТ федерального и регионального значения, которые занимают 17,66 тыс. га, что составляет порядка 55% от общей площади ПК. Среди них: 1 национальный парк; 10 природно-исторических парков; 8 заказников; 1 природный парк; 100 памятников природы. Объекты ПК Москвы неравномерно распределены по территории города.

Распределение объектов ПК Москвы по территории Южного административного округа: на площади в 131 км^2 расположились природные территории общей площадью 17,02 км^2, при численности жителей округа 1203,3 тыс. человек обеспеченность территориями ПК составляет 14,14 м^2/чел. (13,0% площади).

На основе имеющихся данных по современному составу ПК Москвы, размещению объектов ПК по муниципальным районам (МР) города и занимаемой ими площади, количеству населения в районах города по состоянию на 2021 г. провели анализ распределения территорий ПК Москвы по районам в ЮАО (Таблица 1).

№ п/п	Муниципальный район	Площадь м.о., кв.км	Число жителей, тыс. чел на 2002 г.	Площадь природных территорий, кв.км	Площадь бульваров, скверов, парков общего пользования	Общая обеспеченность зелеными насаждениями.		Обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования	
						На 1 чел, кв. м	% площади	На 1 чел, кв. м	% площади
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Бирюлево Восточное	4,2	155,1	0,846	0,846	5,45	20,14	5,45	20,14
2.	Бирюлево Западное	6,31	88,6	1,352	0,266	15,26	21,43	3,00	4,22
3.	Братеево	7	109,7	2,319	1,279	21,14	33,13	11,66	18,27
4.	Даниловский + ЗИЛ	10,65	95,2	1,04	0,872	10,92	9,77	9,16	8,19
5.	Донской	7,8	61,5	1,64	0,72	26,67	21,03	11,71	9,23
6.	Зябликово	7,9	132,9	1,17	1,17	8,80	14,81	8,80	14,81
7.	Москворечье-Сабурово	12	80,9	0,807	0,736	9,98	6,73	9,10	6,13
8.	Нагатино-Садовники	8,3	83,5	1,411	1,028	16,90	17,00	12,31	12,39
9.	Нагатинский Затон	6,5	120,6	3,671	0,253	30,44	56,48	2,10	3,89
10.	Нагорный	6,25	81,7	0,14	0,348	1,71	2,24	4,26	5,57
11.	Орехово-Борисово Сев.	3,6	131,6	0,549	0,544	4,17	15,25	4,13	15,11
12.	Орехово-Борисово Южн.	5,5	147,4	1,55	1,55	10,52	28,18	10,52	28,18
13.	Царицыно	4,26	128,9	1,254	0,94	9,73	29,44	7,29	22,07
14.	Чертаново Северное	7	114,3	0,618	0,618	5,41	8,83	5,41	8,83
15.	Чертаново Центральное	6,5	116,9	0,26	0,26	2,22	4,00	2,22	4,00
16.	Чертаново Южное	8,12	151,6	0,8618	0,8618	5,68	10,61	5,68	10,61
Итого:		**111,89**	**111,89**	**1800,40**	**19,49**	**12,29**	—	—	—

Таблица 1. *Распределение объектов ПК Москвы по МР ЮАО по состоянию на 2021 год.*

По результатам проведённого анализа в Таблице 1 построим 4 карты-схемы, отражающие показатели обеспеченности территориями ПК по МР ЮАО: карта-схема распределения территорий ПК Москвы по МР и карта-схема обеспеченности жителей МР территориями ПК (Рисунок 1); карта-схема распределения рекреационных территорий ПК Москвы по МР и карта-схема обеспеченности жителей МР рекреационными территориями ПК (Рисунок 2).

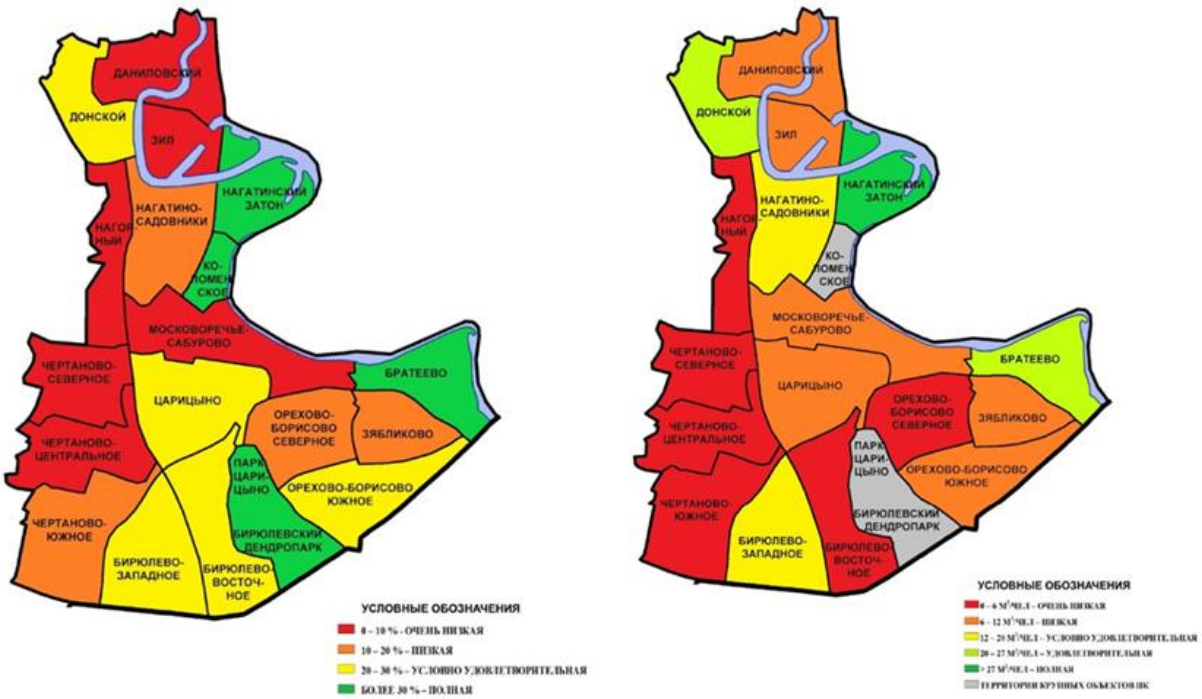


Рисунок 1. *Карта-схема распределения территорий ПК по МР и обеспеченности жителей МР территориями ПК в 2021 году.*

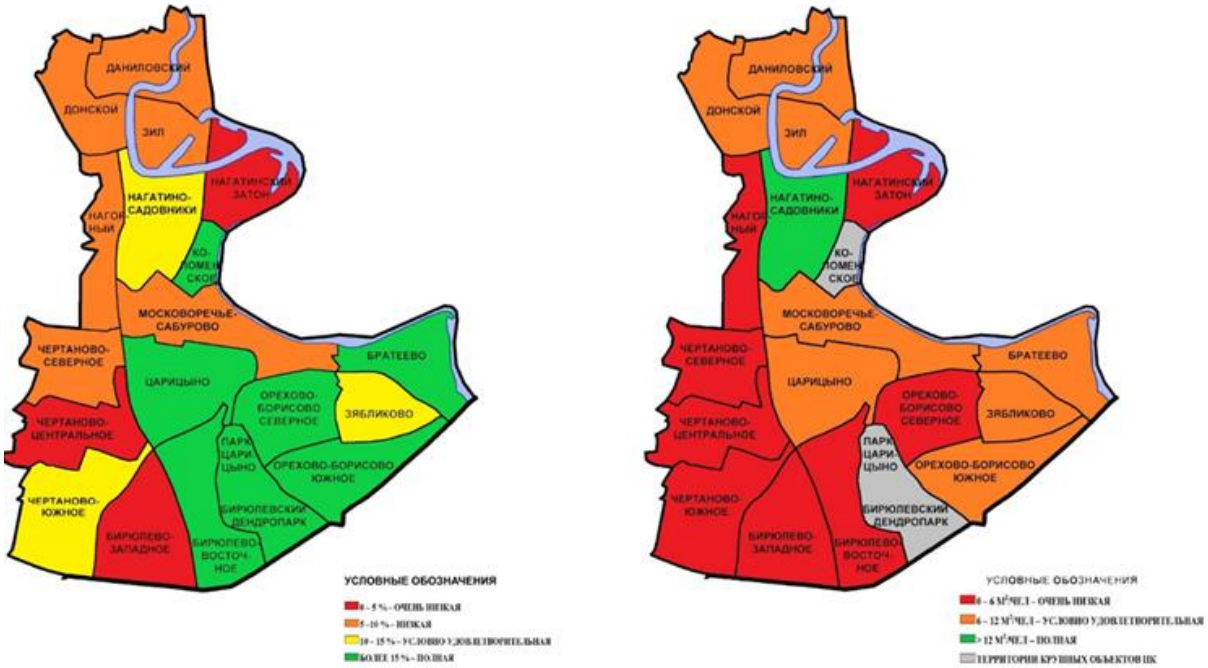


Рисунок 2. *Карта-схема распределения рекреационных территорий ПК по МР и обеспеченности жителей МР рекреационными территориями ПК в 2021 году.*

В 2021 году в ЮАО Москвы: полную (более 30%) обеспеченность объектами ПК имели следующие МР: 1) Братеево (33,13%); 2) Нагатинский Затон (56,48%). Условно удовлетворительную (20-30%) обеспеченность: 1) Бирюлево-Восточное (20,14%); 2) Бирюлево-Западное (21,43%); 3) Донской (21,03%); 4) Орехово-Борисово Южное

(28,18%); 5) Царицыно (29,44%). Низкую (10-20%) обеспеченность: 1) Зябликово (14,81%); 2) Нагатино-Садовники (17%); 3) Орехово-Борисово Северное (15,25%); 4) Чертаново-Южное (10,61%). Очень низкую (0-10%) обеспеченность: 1) Даниловский + ЗИЛ (9,77%); 2) Нагорный (2,24%); 3) Москворечье-Сабурово (6,73%); 4) Чертаново-Северное (8,83%); 5) Чертаново-Центральное (4%).

Процент обеспеченности МР территориями ПК от общего количества МР Округа: 1) Бирюлево Восточное - 4,34% территории ПК от общего; 2) Бирюлево Западное – 6,94%; 3) Братеево – 11,9%; 4) Даниловский + ЗИЛ – 5,34%; 5) Донской – 8,42%; 6) Зябликово - 6%; 7) Москворечье-Сабурово – 4,14%; 8) Нагатино-Садовники – 7,24%; 9) Нагатинский Затон – 18,84%; 10) Нагорный – 0,72%; 11) Орехово-Борисово Северное – 2,82%; 12) Орехово-Борисово Южное – 7,95%; 13) Царицыно – 6,43%; 14) Чертаново Северное – 3,17%; 15) Чертаново Центральное – 1,33%; 16) Чертаново Южное - 4,42%.

Самый малообеспеченный территориями ПК МР ЮАО Москвы в 2021 году - Нагорный (0,72%). А наиболее обеспеченный - Нагатинский Затон (18,84%).

МР, имеющие самую низкую и самую полную обеспеченность жителей территориями ПК в процентах и кв. метрах на 1 жителя: 1) МР Нагорный: самая низкая обеспеченность территориями ПК на 1 жителя – 1,71м^2 (0,93%); 2) МР Нагатинский Затон: самая полная обеспеченность территориями ПК на 1 жителя – 30,44м^2 (16,45%).

В 2021 году в ЮАО Москвы: полную (более 15%) обеспеченность объектами рекреационных территорий ПК имели следующие МР: 1) Бирюлево-Восточное (20,14%); 2) Братеево (18,27%); 3) Орехово-Борисово Северное (15,11%); 4) Орехово-Борисово Южное (28,18%); 5) Царицыно (22,07%). Удовлетворительную (10-15%): 1) Зябликово (14,81%); 2) Нагатино-Садовники (12,39%); 3) Чертаново-Южное (10,61%). Низкую (5-10%): 1) Даниловский + ЗИЛ (8,19%); 2) Донской (9,23%); 3) Москворечье-Сабурово (6,13%); 4) Нагорный (5,57%); 5) Чертаново-Северное (8,83%). Очень низкую (0-5%): 1) Бирюлево-Западное (4,22%); 2) Нагатинский Затон (3,89%); 3) Чертаново-Центральное (4%).

Процент обеспеченности МР рекреационными территориями ПК от общего количества МР Округа: 1) Бирюлево Восточное – 6,88% территории ПК от общего; 2) Бирюлево Западное – 2,16%; 3) Братеево – 10,41%; 4) Даниловский + ЗИЛ – 7,09%; 5) Донской – 5,86%; 6) Зябликово – 9,52%; 7) Москворечье-Сабурово – 5,99%; 8) Нагатино-Садовники – 8,36%; 9) Нагатинский Затон – 2,06%; 10) Нагорный – 2,83%; 11) Орехово-Борисово Северное – 4,43%; 12) Орехово-Борисово Южное – 12,61%; 13) Царицыно – 7,65%; 14) Чертаново Северное – 5,03%; 15) Чертаново Центральное – 2,12%; 16) Чертаново Южное – 7,01%.

Самый малообеспеченный рекреационными территориями ПК МР ЮАО Москвы в 2021 году - Нагатинский Затон (2,06%). Наиболее обеспеченный - Орехово-Борисово Южное (12,61%).

МР, имеющие самую низкую и самую полную обеспеченность жителей рекреационными территориями ПК в процентах и кв. метрах на 1 жителя: 1) МР Нагатинский Затон: самая низкая обеспеченность рекреационными территориями ПК на

1 жителя – 2,10м^2 (1,86%); МР Нагатино-Садовники: самая полная обеспеченность рекреационными территориями ПК на 1 жителя – 12,31м^2 (10,91%).

В ЮАО находятся три крупных природных парка: 1) Бирюлевский Дендропарк; 2) Коломенское; 3) Парк Царицыно.

Выводы

В целом по ЮАО обеспеченность территориями ПК на 1 человека составила 14,14м^2. ЮАО занимает последнее (9) место среди всех округов Москвы по обеспеченности территориями ПК. Наиболее обеспечен территориями ПК – Нагатинский Затон, 56,48% от общей площади района. Менее обеспечен территориями ПК – Нагорный, всего 2,24% от общей площади района. Наиболее обеспечен рекреационными территориями ПК – Орехово-Борисово Южное, 28,18% от общей площади района занимают рекреационные территории ПК, такие как скверы, парки, бульвары и пр. Наименее обеспечен рекреационными территориями ПК – Нагатинский Затон, который в свою очередь лидирует по обеспеченности территориями ПК. Всего 3,89% от общей площади района занимают рекреационные территории ПК.

В 2021 году жители МР Нагатинский Затон были самыми обеспеченными территориями ПК на 1 жителя – 16,45% от общего объема. Жители Нагорного района испытывали нехватку территорий ПК на 1 жителя – 0,93% от общего количества обеспеченности по округу. МР Нагатино-Садовники занимал первое место по самой полной обеспеченности рекреационными территориями природного комплекса на 1 жителя – 10,91% от общего объема. Жители Нагатинского Затона испытывали нехватку рекреационных территорий ПК на 1 жителя – 1,86% от общего количества обеспеченности по округу.

В целом ситуация по обеспеченности территориями ПК по ЮАО в 2021 году оставляет желать лучшего и требует разработки и внедрения новых методов, работ и идей по сохранения существующих природных территорий и объектов, например, необходимо воссоздать и развивать природные экосистемы, создавать новые участки зеленых насаждений и новые природные объекты. Такими объектами могут стать новые скверы и бульвары, московские дворы, парки и т.д.

Библиография

1. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2020 году» /Под ред. А. О. Кульбачевского. - Москва, 2021. - 330 с. - URL: https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/view/259642220/ (дата обращения: 01.12.2021);

2. Мазаев А.В. Методические рекомендации по выполнению аналитической работы по дисциплине «Экология Московского региона» [Текст]: учеб. пособие. - 2020. - 10 с.;

3. Официальный сайт префектура ЮАО города Москвы. [Электронный ресурс] –Режим доступа: https://uao.mos.ru,свободный (дата обращения: 01.12.2021);

4. Постановление правительства Москвы от 4.08.2020 №1195-ПП «Об объектах Природного комплекса Южного административного округа города Москвы» [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс»;

5. Экологическая карта районов Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html, свободный (дата обращения: 01.12.2021);

6. ООПТ Москвы список [Электронный ресурс]: Департамент природопользования и охраны города Москвы. - Режим доступа: https://www.mos.ru/eco/function/departament/oopt-moskvy/, свободный (дата обращения: 01.12.2021).

Перспективы перевода угольных котельных на альтернативные виды топлива

М.Н. Бахтина (МГРИ, mariabax20@yandex.ru)

Аннотация

В данной статье рассмотрены проблемы реконструкции систем теплоснабжения и перевода газовой котельной установки на альтернативное топливо. Наиболее приоритетные направления связаны с переводом котельных установок на местное биотопливо в целях повышения энергетической эффективности, снижения экономических потерь и обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова

Энергетическая эффективность, экологическая безопасность, система теплоснабжения, биотопливо

Теория

Развитие современной теплоэнергетики и обеспечение энергетической эффективности страны невозможно без разработки и внедрения новых технологий. Работа отечественных теплофикационных систем сопряжена с рядом проблем, обусловленных ослаблением государственного влияния на энергетику, повышением стоимости топливно-энергетических ресурсов, изношенностью тепловых сетей и оборудования, отсутствием инвестиций на техническое перевооружение и несоответствием традиционно применяемых технологий теплоснабжения современным научно-техническим и экономическим требованиям. Нерешенность этих технических и экономических проблем негативно сказывается на качестве и энергетической эффективности теплоснабжения.

В настоящее время в связи с появившимися новыми техническими возможностями реконструкции систем теплоснабжения, внедрение различных способов их регулирования, использование биотоплива позволяет добиться существенного энергосберегающего эффекта, повысить качество теплоснабжения. Анализ состояния отечественных теплофикационных систем и недостатков существующих технологий теплоснабжения, формулировка принципов, на которых должно основываться их развитие является актуальным в настоящее время.

Реконструкция систем теплоснабжения подразумевает за собой повышение эффективности использования топлива, способствует увеличению тепловой мощности и улучшению надежности систем теплоснабжения, снижает затраты на водоподготовку и на закупку электроэнергии. Анализ реконструкции систем теплоснабжения показывает, что реконструкция котельных повышает качество теплоснабжения потребителей и значительно сокращает выброс вредных веществ в атмосферу.

Реконструкция котельной – это комплекс мероприятий, направленный на 11 модернизацию оборудования. Реконструкция котельной включает в себя работы:

- перевод котлов на сжигание других (альтернативных) видов топлива (например, с угольного топлива на местное биотопливо);
- разработка и изготовление систем и способов модернизации для котлов и котельно-вспомогательного оборудования;

- перевод котлов из парового режима в водогрейный;
- другие модернизации котлов.

В данной статье было принято решение более подробно рассмотреть такое мероприятие, как перевод котлов на альтернативные виды топлива в связи с тем, что использование твердых биотоплив позволяет решить проблему энергоснабжения малых населенных пунктов. Переход на альтернативные виды топлива движется стремительно по всему миру, так как цены на возобновляемые ресурсы растут, а их запасы уменьшаются.

Однако сегодня в России существует ряд проблем, препятствующих массовому переводу котельных на биотопливо.

Во-первых, существующее законодательство не только не способствует, а скорее даже препятствует развитию этой сферы. Государство до сих пор не субсидирует снижение выбросов парниковых газов за счет использования возобновляемых источников энергии, хотя в Европе это уже обычная практика. Отсутствуют условия, при которых потребителю было бы выгодно переходить на биотопливо.

Во-вторых, существуют определенные административные барьеры.

В-третьих, не решена проблема экономической оценки использования биотоплива, которая могла бы помочь оценить реальную выгоду инвестиций. Не разработан комплексный подход, который учитывал бы не только экономический результат, но и экологическую составляющую.

В-четвертых, присутствуют финансовые проблемы, поскольку первоначальные затраты на реконструкцию и модернизацию значительны. Поэтому обойтись без поддержки государства вряд ли удастся.

Однако положительный опыт по переводу угольных котельных на биотопливо в России есть. Весной 2011 года власти Архангельской области разработали программу полного перевода коммунальной энергетики на газ и древесное биотопливо к 2016 году, поставив целю отказаться от дорогостоящего привозного угля и мазута. В рамках этой программы 264 котельных, не подлежащих газификации, будет переведено на биотопливо. Полный отказ от угля и мазута, кроме экономического, предполагает еще и существенный экологический эффект – снижение валового выброса парниковых газов на 700 тысяч тонн в год.

Использование твердых биотоплив в России может решить ряд проблем: энергоснабжение малых населенных пунктов в удаленных районах, куда затруднена доставка угля и газа, снижение уровня эмиссии парниковых газов, утилизация сельскохозяйственных и древесных отходов, которые становятся энергетическим сырьем.

Выводы

Написание статьи позволило сделать следующие выводы:

1. Реконструкция систем теплоснабжения с целью повышения энергетической эффективности является необходимой задачей в области энергетики страны.
2. Проблемы реконструкции котельных установок усложняются слабой заинтересованность государства в данном процессе.

3. Оценка экологического неблагополучия территории, прилегающей к котельной, поднимает вопрос об актуальности и обосновании перевода котельной на альтернативное и экологически чистое топливо.

4. В работе предложен технологический процесс перевода котельной на альтернативное и экологически чистое топливо. Данный технологический процесс может быть применен для обоснования реконструкции котельных в различных регионах страны.

5. Перевод котла с жидкого или газообразного топлива на местные виды топлива имеет множество преимуществ, начиная от простоты реализации и выполнения необходимых работ по переоборудованию котла и заканчивая экономической и экологической эффективностью.

Библиография

1. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения - [Электронный ресурс] URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4569#note0 (дата обращения: 01.02.2022);

2. Николаева Л.А. Энерго- и ресурсосбережение при использовании избыточного активного ила в качестве альтернативного топлива// Альтернативная энергетика и экология - [Электронный ресурс] URL: http://www.isjaee.com/jour/article/view/1050 (дата обращения: 27.01.2022);

3. Амосов Я. Биотопливо вместо угля // Сайт редакции районной газеты «Важский край». 21.06.2011. URL: http://www.vk-gazeta.ru/?p=7199 (дата обращения: 23.01.2022);

4. Перспективы и проблемы перевода угольных котельных в России на твердое биотопливо. - [Электронный ресурс] URL: https://revolution.allbest.ru/physics/00673336_0.html (дата обращения: 03.02.2022);

5. Использование биотоплива (древесного топлива) // Возобновляемые источники энергии Тепловой энергии / Каталог технологий / Портал ЭнергоСовет.ru – энергосбережение, энергоэффективность, энергосберегающие технологии. URL: http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=34 (дата обращения: 03.02.2022).

Комплексная оценка экологического состояния Юго-Западного лесопарка

Богданова М.В.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», marina_bog@mail.ru),
Елгаенкова В.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», elgaenkova.vika@yandex.ru)

Аннотация

С развитием промышленного производства в городе Москве и его окрестностях появилось огромное количество мусора, который загрязняет окружающую среду. Это приводит, по результатам многих исследований, к снижению средней ожидаемой продолжительности жизни у городских жителей.

Юго-западный лесопарк, находящийся в черте города и окруженный жилыми постройками, является популярным местом посещения жителями района. Современные сведения об экологической обстановке в парке практически отсутствуют, что обуславливает актуальность данной работы.

В работе приведены данные об экологическом состоянии Юго-Западного лесопарка, расположенного на территории Обручевского района города Москвы.

Ключевые слова

Юго-Западный лесопарк, загрязнение воздуха, загрязнение поверхностных вод, загрязнение почв, шумовое загрязнение.

Теория

Москва является крупнейшим, густонаселенным городом в России. По данным Росстата на 2021 год численность населения города составляет 12 655 050 чел. Согласно данным за 2018 год, доля городского населения в Москве составила 98,7% [5]. Из-за интенсификации антропогенной деятельности происходит изменение или разрушение природных компонентов города. Для комфортной жизни человека вырубаются леса, изменяются естественные течения рек, осушаются болота, покрываются асфальтом участки земли. Одно из решений проблем города – это создание зеленых зон, которые решают ряд экологических проблем: снижают загрязненность воздуха, поглощают звуки и шум, возникающие из-за автотранспорта. Снижая шум, они способствуют сокращению запыленности и загазованности воздуха.

Исследования проводились в Юго-Западном лесопарке в октябре 2021 года. При проведении исследований применялись следующие методики: химический анализ воды с помощью тест-систем, биотестирование состояния почв с помощью Кресс-салата, лихеноиндикация, качественная оценка шумового загрязнения атмосферы.

Для оценки состояния поверхностных вод исследуемой территории были отобраны пробы воды в пруду Запятая, расположенном в юго-восточной части парка. Химические

характеристики воды определяли с помощью pH-метра и тест-систем. В ходе проведения химического анализа и визуальной оценки пруда был сделан вывод, что загрязнение пруда среднее. Количество меди превышает ПДК в 5 раз, железа в 100 раз, хрома в 60 раз, сульфида в 3,3 раза.

Для определения степени загрязнения почвенного покрова на территории Юго-Западного лесопарка проводилось биотестирование с помощью Кресс-салата (*Lepidium sativum*). В результате проведения биотестирования можно сделать вывод, что состояние почв в Юго-Западном лесопарке удовлетворительное: в основном наблюдается слабое загрязнение. Наибольшее загрязнение почв отмечается вблизи Ленинского проспекта (т. 1), где выхлопные газы автотранспорта приводят к деградации почв, и на дне оврага (т. 3) (рис. 1). В целом почвенный покров на территории лесопарка не нарушен. В некоторых местах наблюдается вытаптывание растительности и почв. Кроме того, практически повсеместно присутствуют бытовые отходы.

Рисунок 1. *Карта отбора почвенных проб*

Измерение загрязнения атмосферного воздуха проводилось методом лихеноиндикации. Для этого на территории лесопарка были выбраны 5 пробных участков площадью 10*10 м, где произрастают 10 отдельно стоящих старых, но здоровых, растущих вертикально деревьев (рис. 2). На каждом дереве было подсчитано

количество видов лишайников, все обнаруженные виды разделены на три группы: кустистые, листовые и накипные. Результаты проведенной лихеноиндикации свидетельствуют о сильном загрязнении атмосферного воздуха.

Рисунок 2. *Расположение участков лихеноиндикации*

Измерение шумового загрязнения проводилось в промежуток времени с 13:16 до 15:08. Был выбран участок в Юго-Восточной части парка вблизи Ленинского проспекта, т.к. он является наиболее посещаемой и пригодной зоной отдыха горожан. Всего было проведено 28 измерений. Измерения проводились с помощью приложения «Шумомер», с горизонтальным шагом в 100 м и вертикальным в 50 м. По итогу измерений полученные результаты представлены в виде двух карт шумового загрязнения. Карты составлены в программе Surfer (рис. 3; 4).

По итогу проведения измерений уровня шума можно сделать вывод, что уровень шумового загрязнения – средний. Наибольшее шумовое загрязнение наблюдалось вдоль Ленинского проспекта, причиной тому стал высокий автомобильный трафик: в период проведения шумоиндикации загрузка дорог составляла 5 баллов, что означает плотное движение по данным сайта «Яндекс.Карты» на 10.10.2021 13:00. Наименьшее шумовое загрязнение наблюдалось в овраге в 150 м от Ленинского проспекта, это объясняется

плотной лесной и кустарниковой растительностью и понижением относительно уровня дороги.

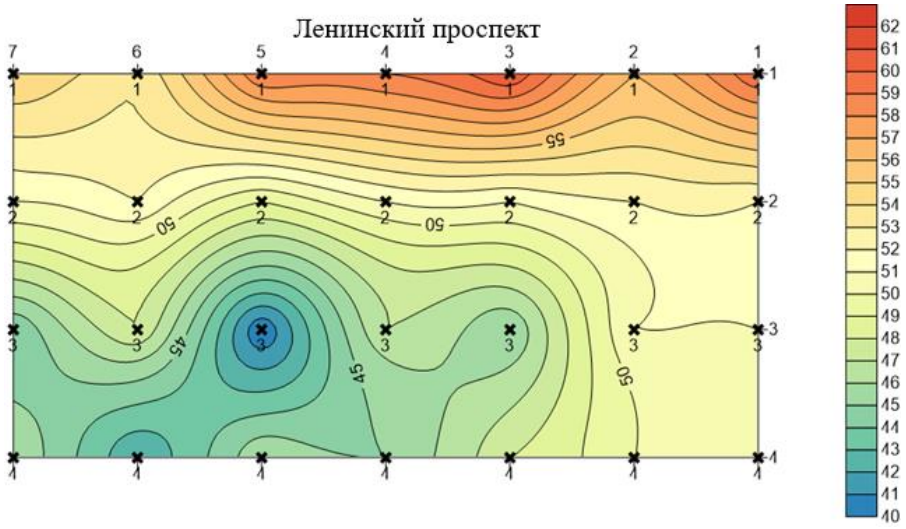


Рисунок 3. *Карта эквивалентного уровня шума*

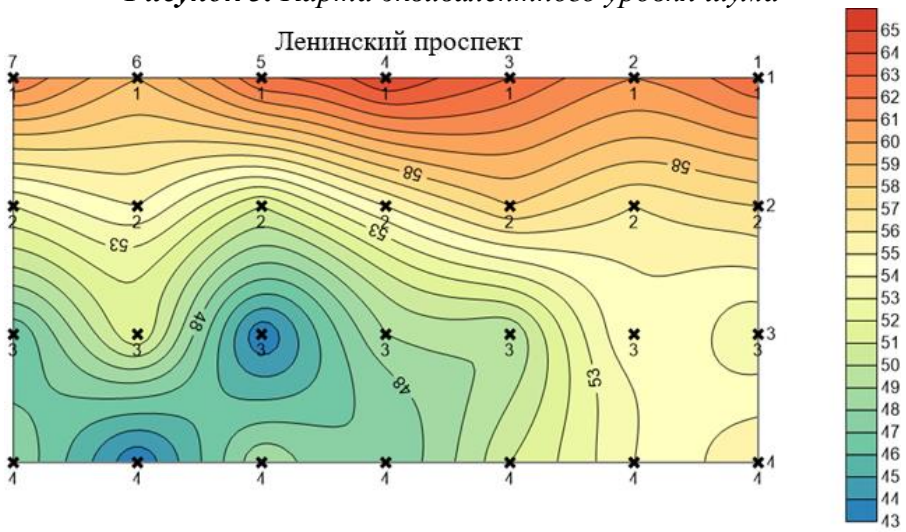


Рисунок 4. *Карта максимального уровня шума*

Выводы

Экологическое состояние природной среды территории Юго-Западного лесопарка можно считать удовлетворительным. Выявлены следующие степени загрязнения: воды – среднее, почвенный покров – слабое, атмосферный воздух – сильное, шумовое – среднее. Это обусловлено различным антропогенным воздействием.

Благодарности

Выражаем особую благодарность нашему научному руководителю Савушкиной Екатерине Юрьевне, старшему преподавателю кафедры Экологии и

природопользования за значимые замечания и важнейшие советы при проведении исследования и оформления данной статьи.

Библиография

1. Карта Юго-Западного лесопарка [Электронный ресурс]: материал с сайта Яндекс.Карты – Режим доступа: https://yandex.ru/maps/213/moscow/?ll=37.513769%2C55.656322&mode=poi&poi%5Bpoint%5D=37.504151%2C55.658508&poi%5Buri%5D=ymapsbm1%3A%2F%2Forg%3Foid%3D173554134946&z=14.75, (дата обращения: 15.11.2021).
2. Кресс-салат как биоиндикатор [Электронный ресурс]: материал с сайта school-science.ru. – Режим доступа: https://school-science.ru/4/13/1359, (дата обращения: 10.10.2021);
3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ [Электронный ресурс]: материал с сайта docs.cntd.ru. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200168048, (дата обращения: 16.10.2021).
4. СВОД ПРАВИЛ. ЗАЩИТА ОТ ШУМА [Электронный ресурс]: материал с сайта docs.cntd.ru. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200084097, (дата обращения: 10.10.2021);
5. Урбанизация за 2018 (по регионам России) [Электронный ресурс]: материал с сайта Урбанизация – Режим доступа: https://russia.duck.consulting/maps/103/2018, (дата обращения: 16.11.2021).

Исследование влияния лесозаготовительной деятельности на состояние малых водотоков средней тайги Северо-Западного федерального округа

Богинская А.И.* (МГРИ, sashaboginskay@inbox.ru),

Видлер А.Д. (Университет ИТМО, advidler@itmo.ru)

Аннотация

Лесозаготовительная деятельность крайне пагубно влияет на состояние окружающей среды, а в особенности на многочисленные водные объекты, находящиеся на территории лесных хозяйств.

Высокая ресурсоемкость задачи мониторинга состояния малых рек требует создания инструментов управления природопользованием с использованием современных технологий. Вовлечение автоматизированных систем и моделей обработки данных рассчитано на увеличение эффективности лесопользования.

Ключевые слова

мониторинг водотоков; системы мониторинга; мониторинг для неспециалистов; анализ европейского опыта; малые реки; Республика Коми.

Теория

Значительная часть России, в частности, Северо-Западный федеральный округ покрыты лесами. Россия занимает лидирующие позиции в мире по объемам лесозаготовок. Деятельность, связанная с лесопромышленным комплексом, ведется на территории 66 субъектов Российской Федерации, также Россия обладает примерно 25% мировых лесных ресурсов (рисунок 1). Проблема состояния речных экосистем актуальна уже многие десятилетия, но действенного решения пока нет. Мониторинг состояния водотоков на территориях, где ведется лесозаготовительная деятельность важен из-за широкого спектра воздействий, оказываемых вырубкой лесов и строительством инфраструктуры на качество воды. Мониторинг водотоков на территориях лесных хозяйств необходим на всех этапах природопользования – от первичного мониторинга для начала лесозаготовительной деятельности и до периода восстановления лесов.

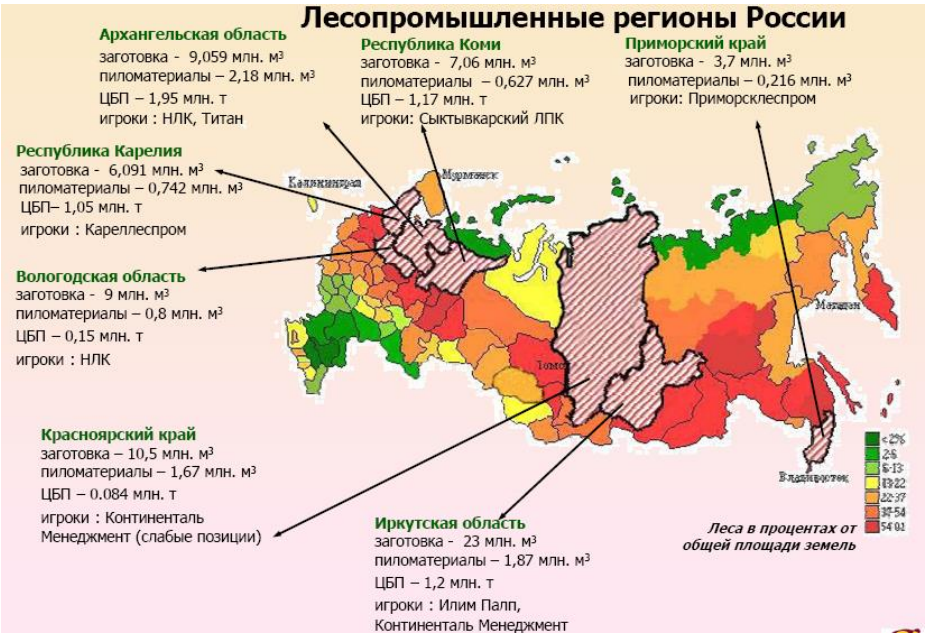


Рисунок 1. *Лесопромышленные регионы России*

Для наиболее оперативной оценки состояния водотоков и реагирования на изменения в экосистемах требуется систематизация наиболее показательных факторов. Проведение полного анализа водотока, включающее химический анализ воды, подсчёт различных биоиндикационных индексов, анализ донных отложений и другие методы оценки являются слишком ресурсозатратными, когда требуется оценить сотни и тысячи малых водотоков. Целесообразно проводя мониторинг изначально разделять водотоки по категориям ценности для экосистемы и степени изменения под влиянием деятельности человека. Подобный подход позволит оперативнее выявлять наиболее чувствительные и нарушенные водотоки и концентрировать внимание на них для дальнейшего обнаружения причин загрязнения.

Таким образом появляется потребность в инструменте, который позволит определить природоохранную ценность водотока (инструмент планирования лесохозяйственной деятельности Blue Targeting [1]). Под термином «природоохранная» или «экологическая ценность» здесь понимается потенциал физических условий для сохранения естественного состава флоры и фауны, подобная формулировка взята из руководства по использованию инструмента планирования лесохозяйственной деятельности Blue Targeting [1].

Главным источников вдохновения для начала работы над подобным инструментом стала программа Еврокомиссии «The Interreg Baltic Sea Region Programme», а конкретно инструмент планирования методов управления лесным хозяйством Blue Targeting [2]. «Blue Targeting (BT) — это инструмент передовых методов управления лесным хозяйством вдоль небольших водотоков. Он был разработан WWF Швеции (Леннарт Хенриксон, Эрик Дегерман, Штефан Блеккерт) совместно с предприятиями лесного хозяйства в 2007-2011 гг. и предназначен для небольших водотоков (шириной менее 10 м) в бореальных лесах и скандинавских условиях. Однако, при изменении исходных данных, инструмент может быть адаптирован к водотокам в других биомах. BT научно обоснован и упрощен для использования непрофессионалами на практике, однако это снижает точность. Для улучшения инструмент был протестирован в разных режимах экспертами и непрофессионалами. Тесты показывают совпадение окончательных

оценок. С 2017 года BT активно используется шведской ассоциацией лесопользователей при разработке планов лесопользования. Шведские компании, владеющие крупными лесными массивами, внедрили BT на ландшафтном уровне в рамках пилотных исследований.

BT включает несколько этапов. Первый — это сбор имеющихся данных, таких как данные о химическом составе воды. Для многих водотоков этих данных может быть недостаточно. В этом случае процесс может начинаться со второго этапа, т.е. инвентаризации участков водотока с помощью простого чек-листа. Данные собираются для оценки экологической ценности (C), воздействия (I), чувствительности (S) и дополнительной ценности (A). Следующим шагом является оценка CISA. Это основа для выбора BT. Полученные результаты могут использоваться в планах лесопользования. Данные CISA собираются на участках водотоков с аналогичными условиями. Новый участок определяют в случае значительного изменения водотока или прибрежной зоны. Некоторые примеры новых участков: водоток меняется от бурного к быстрому, или начинается вырубка вдоль водотока. Это означает, что участки будут иметь разную длину. Предлагается выделять участки не короче 100 метров. Протокол BT заполняется после прохождения осмотренного участка. Данная информация позволяет обрабатывать результаты специалистам, которые лично не присутствовали на исследуемом участке.» [1]

Сами формы опросников Blue Targeting есть в открытом доступе, что даёт возможность проверить их в полевых условиях и попытаться использовать уже применяемую систему как опору для создания подобных инструментов для других зон. Такую попытка была предпринята совместно с Фондом Содействия Устойчивому Развитию «Серебряная Тайга». Летом 2020 года состоялась недельная поездка в участковое лесничество, находящееся в зоне южной тайги. В ходе поездки были исследованы девять различных водотоков. Отличающихся по расположению относительно вырубок различной степени давности, по характеру антропогенного воздействия и нарушенности. Исследование включало в себя ряд анализов химических показателей воды, донного грунта и прибрежной растительности, проводилось описание водотоков и закладывание трансект, а также описывался видовой состав прибрежного макрозообентоса.

Собранные и обработанные материалы исследовались на содержание следующих элементов (всего 12): оксид титана ($TiO2$), оксид марганца (MnO), оксид железа ($Fe2O3$), стронций (Sr), свинец (Pb), мышьяк (As), цинк (Zn), медь (Cu), никель (Ni), кобальт (Co), хром (Cr), ванадий (V) [3,4]. На некоторых объектах проходил отбор проб с трансекты, помимо отбора проб в самом водотоке. Это было сделано для поиска взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов на территории водосборного бассейна и в различных элементах водотока [5]. Проведенные измерения не выявили никаких превышений и отклонений от нормы для данного региона [6]. На данный момент нет универсальных нормативных документов, в которых были бы представлены применимые ПДК для почв различных зон. ПДК для некоторых тяжелых металлов может составлять треть от фонового содержания данного элемента [7]. Поэтому для того, чтобы оценить содержание тяжелых металлов в исследуемых материалах мы опирались на показатели проведенных в исследуемом районе ранее исследованиями фоновых содержаний для характерных почв. В оценке мы полагались на исследование Безносикова В.А., Лодыгина Е. Д. и Кондратенок Б.М. от 2005 года [8]. Грунты, которые упоминаются в перечнях образцов – это соскобы с корневищ мхов. Все полученные результаты могут быть объяснены типом питания водотоков или естественными условиями его

существования. Повышенное содержание цинка можно объяснить сезонными особенностями, из-за которых в конце лета содержание органических соединений в воде и грунтах увеличивается, а цинк биологически аккумулируется за счёт этого.

На большинстве водотоков исследовали точки до и после пересечения водотока мостами, чтобы установить степень влияния дорог и мостов на состояние экосистем. Параллельно с отбором проб и описанием группа исследователей заполняла опубликованный опросник Blue Targeting без предварительных правок, учитывающих положение исследуемого объекта. Это было сделано для того, чтобы наглядно увидеть, насколько по различным факторам, вплоть до юридического, требуется перерабатывать подобный инструмент.

Выводы

По результатам лабораторных исследований сложно сделать выводы о зависимости между вырубкой леса и конкретными механизмами реагирования в водотоках. Отчетливых путей миграции тяжелых металлов с обрубленной территории также не было обнаружено. Наиболее убедительная связь наблюдается между наличием рубок до 2000 года и накоплением на дне водотоков илистых частиц. В свою очередь влияние мостов на состояние водных объектов было установлено визуально, но не подтвердилось при проведении измерений показателей качества воды и содержания тяжелых металлов в грунтах и растениях.

Актуализированная анкета Blue Targeting является шагом к разработке полноценного инструмента для мониторинга малых лесных рек, так и исследование влияния рубок стало частью детального исследования миграции тяжелых металлов в экосистемах и изучении аккумуляционных свойств различных растений.

Система, разработанная для лесного хозяйства, может в дальнейшем применяться для других отраслей, таких как строительство линейных объектов, которые могут пересекать водные объекты. Возможно районирование по признаку «экологической ценности» водотоков. За определенными категориями возможно будет организовать постоянное наблюдение за состоянием, если этого потребуют обстоятельства.

Библиография

1. Хенриксон, Л., 2018. Руководство «Blue Targeting (BT): как проводить BT для планирования передовых методов управления (ПМУ) лесным хозяйством вдоль небольших водотоков». Агентство лесного хозяйства Швеции, межправительственный проект ЕС Управление водным хозяйством в лесах Прибалтики, WAMBAF.

2. About the Programme – Interreg Baltic Sea Region [Электронный ресурс] https://www.interreg-baltic.eu – URL: https://www.interreg-baltic.eu/about-the-programme.html (дата обращения 25.05.2021)

3. Горбачев В. Н., Бабинцева Р. М. Почвенно-экологическое картографирование в системе устойчивого лесоводства // Ульяновский медико-биологический журнал [Электронный ресурс]. — 2011. — N 1 — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pochvenno-ekologicheskoe-kartografirovanie-v-sisteme-ustoychivogo-lesovodstva (дата обращения: 25.05.2021).

4. Шугалей Л. С. Устойчивость почв лесостепи и южной тайги Средней Сибири к экзогенным воздействиям // Вестник КрасГАУ. №9. [Электронный ресурс]. —

2009. — N9 — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-pochv-lesostepi-i-yuzhnoy-taygi-sredney-sibiri-k-ekzogennym-vozdeystviyam (дата обращения: 25.05.2021).

5. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения В.К. Шитиков // Структурный анализ экологических систем. Количественные методы экологии и гидробиологии (Сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). Отв. ред. чл.-корр. РАН Г. С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – С. 91–129.

6. А.С.Боголюбов. Простейшие методы статистической обработки результатов экологических исследований. // Экосистема, 1998. — С. 6–7.

7. ГОСТ 17.4.1.02-83. Межгосударственный стандарт Охрана природы Почвы Классификация химических веществ для контроля загрязнения Nature protection. Soils. Classification of chemicals for pollution control [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200012797 (дата обращения 20.04.2021)

8. Безносиков В. А., Лодыгин Е. Д., Кондратенок Б.М. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах южных районов Республики Коми // Вестник института биологии коми научного центра уральского отделения РАН. — 2005. — С. 12–15

Мониторинговые исследования геологических объектов с применением беспилотных летательных аппаратов

Богоявленский И.В.* (ИПНГ РАН, igorbogoyavlenskiy@gmail.com)

Аннотация

Сотрудники ИПНГ РАН ежегодно с 2014 года проводят полевые научные исследования такого явления как дегазация недр земли. Были обследованы грязевые вулканы Керчи, Тамани, Азербайджана. Исследования также проводились и в труднодоступных районах Российской Арктики – на территории полуострова Ямал, где с 2014 года ведутся постоянные наблюдения за регулярно возникающими кратерами газовых выбросов [1, 3-5]. В таких местах всегда важна оперативность и точность развертываемого исследовательского оборудования, поэтому автором была поставлена цель получить и поддерживать навыки умения проведения полетов БПЛА в различных погодных условиях. Полигоном для получения и закрепления таких навыков была выбрана Тульская область, где частично расположен Подмосковный угольный бассейн, современная территория которого богата различными видами рельефа отрицательной и положительной форм – многочисленные карстовые провалы и огромные терриконы выработанной породы.

Ключевые слова

Арктика, выброс газа, воронки, террикон, уголь

Источники финансирования

Работы выполнена при финансировании в рамках Государственного задания по теме «Повышение эффективности и экологической безопасности освоения нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли в условиях меняющегося климата».

Теория

Тульская область является старым горнодобывающим регионом, где с 1843 до 2009 года велась промышленная угля. Пик добычи пришелся на 1958 год, когда действовало 119 шахт [3]. Добыча была полностью прекращена в 2009 г., когда была остановлена и затоплена последняя в центральной России шахта «Подмосковная» (расположена в 9 км от тульского поселка Грицовский). В Тульской области неоднократно фиксировались проседания и карстовые провалы, связанные с шахтными выработками, генезис которых подробно рассмотрен в работе [2]. В Тульской области карстовые провалы исследуются с XIX века.

8 Мая 2019 г. в селе Дедилово образовался большой карстовый провал [3] с примерными размерами по поверхности земли 26х21 м и глубиной около 15 м (рис.1-1). Автором было решено начать проводить системные мониторинговые исследования изменений размеров и формы Дедиловского карстового провала, применяя беспилотный летательный аппарат (БПЛА) DJI Mavic Pro, первичный опыт

использования которого был получен в Арктике на полуострове Ямал при изучении кратеров мощных выбросов и взрывов газа [1, 3-5].

Рисунок 1. *Изменение Дедиловского карстового провала в Тульской области по данным съемок 18.05.2019 (1), 18.05.2020 (2) и 24.05.2021 (3)*

С 2019 по 2021 год средний диаметр Дедиловского карстового провал увеличился почти на 35% - с 22.7 до 30.5 м (рис.1-3). При обработке полученных данных и снимков с мониторинговых исследований с целью выяснить причины возникновения данного провала также были изучены различные доступные источники информации, в том числе многочисленные базы космических снимков, благодаря которым в окрестностях поселка на расстоянии 3,5-5 км от Дедиловского карстового провала были обнаружены 3 заброшенные недействующие старые угольные шахты с терриконами отработанной породы и больше 70 точек карстовых проявлений, большинство которых группируются в многочисленные линейно-вытянутые структуры – линеаменты. Наиболее близко расположенной (3,5 км) к Дедиловскому карсту является Липковская шахта (предположительно №16), на удалении в 0,5-1,2км от которой расположено несколько таких групп старых карстовых провалов, показанных на рис. 2 желтыми линиями.

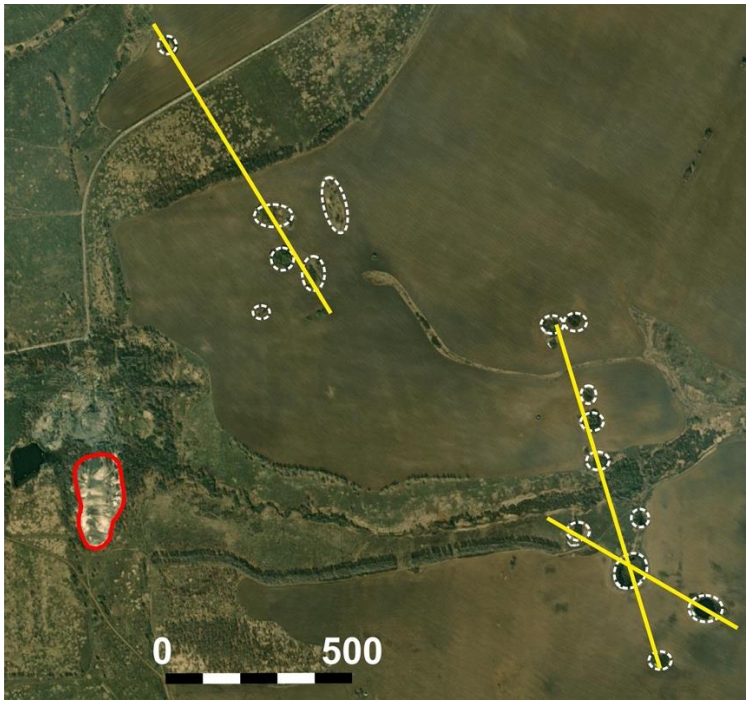


Рисунок 2. *Космоснимок исследуемой зоны (сервис Bing.com). Красная линия – граница террикона, белые пунктирные линии – карстовые провалы*

Летом 2020 года с высоты 70 метров была проведена съемка отвала (террикона) отработанной породы шахты №16. Площадь всей отснятой территории составила 86000 м^2, было сделано 350 снимков за 2 полетные миссии суммарным хронометражем 28 минут. Общая протяженность полетной траектории беспилотника составила 5150 метров.

Полученные данные со съемки пошли в обработку в программе Agisoft Metashape, где по технологии аэрофотограмметрии был построен ортофотоплан и цифровая 3D модель отвала отработанной породы (рис.3 1-2.). Благодаря проведенной обработке была выяснена площадь, занимаемая территорией отвала (27750 м^2) и текущий объем террикона (221700 м^3). Также была произведена выгрузка цифровой высотной модели в векторном формате *.shp-файла, по которому в программе ArcGis было построено растровое изображение исследуемой территории. При помощи цветовой индикации высот были выявлены наиболее высокие точки террикона, через которые была проведена интерполяционная прямая линия (рис. 4-1). По результатам этой операции был построен высотный профиль (рис. 4-3) и уточнена высота террикона, которая составила 40,1 м (рис. 3-1, точка В на профиле А-А’).

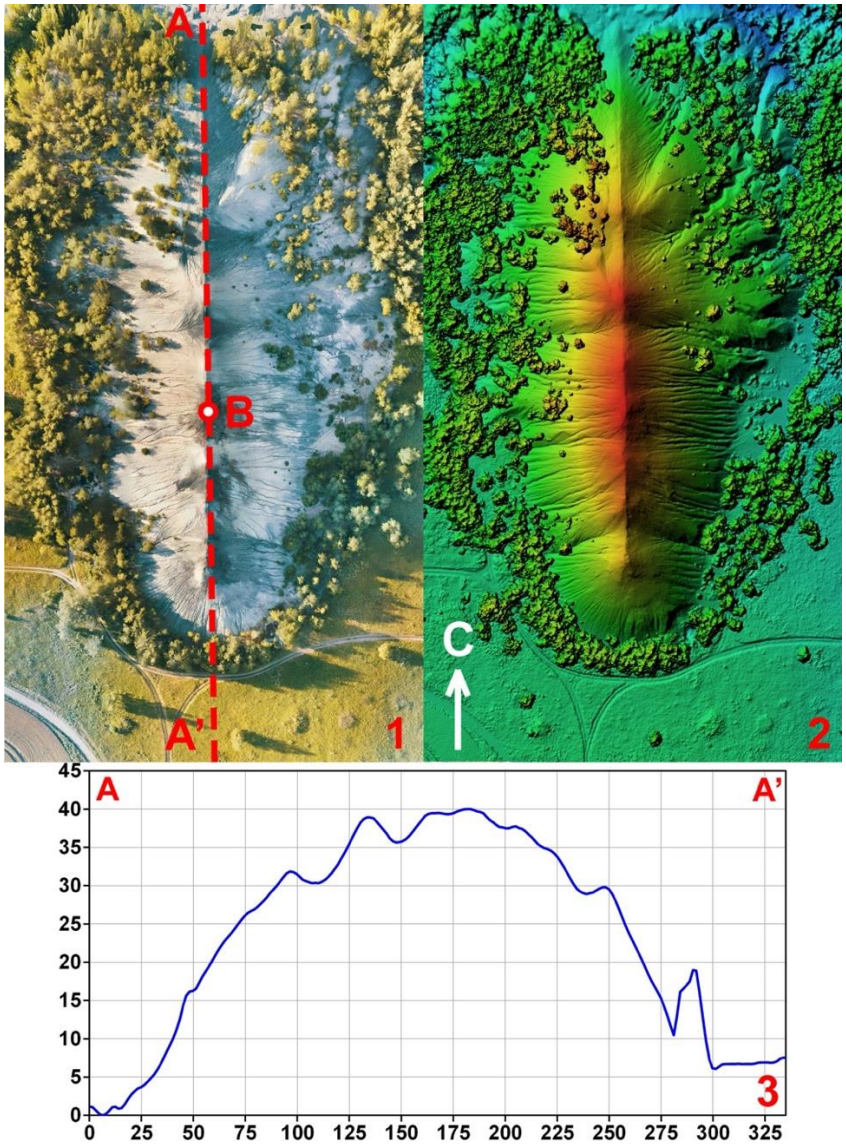


***Рисунок 4**. Ортофотоплан (1), ЦМР (2), высотный профиль АА1 и отвал отработанной породы из шахты №16 «Липковская» (3)*

Выводы

В итоге трехлетнего периода мониторинга развития карстового провала с применением БПЛА построено несколько разновременных 3D моделей. Проведено обследование террикона выработанной породы с выяснением его точных размеров и параметров. Показано, что применение БПЛА для проведения работ по мониторингу развития различных форм рельефа земли и последующая обработка полученных снимков в программных комплексах Agisoft Metashape и ArcGIS, позволяет оперативно изучать геодинамические, геологические и экологические процессы изменения рельефа местности, создавать цифровые модели наиболее интересных объектов, следя за их жизненным циклом и развитием. Оперативность проведения полевых исследований и полученный полетный опыт в разных погодных условиях особо важны при изучении различных опасных геологических объектов (бугры пучения, кратеры газовых выбросов, грязевые вулканы) в труднодоступных регионах.

Библиография

1. Богоявленский В.И.; Богоявленский И.В.; Каргина Т.Н.; Никонов Р.А. [2020b]. Цифровые технологии дистанционного выявления и мониторинга развития бугров пучения и кратеров катастрофических выбросов газа в Арктике // Арктика: экология и экономика. - № 4 (40). - С. 90-105. - DOI:10.25283/2223-4594-2020-4-90-105.
2. Федотов, С.В., Федотов, В.И. [2018]. Карстовые и псевдокарстовые ландшафты в верховьях рек Оки и Дона на Среднерусской возвышенности. // Вестник ВГУ, сер. география, геоэкология, 2018, №1, с.5-18.
3. Bogoyavlensky I.V. [2020] Results of changes monitoring in the Tula karst sinkhole based on remote sensing from an unmanned aerial vehicle. EAGE, Geomodel 2020. – 5 p. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.202050100
4. Bogoyavlensky I.V. [2021] Digital Remote Sensing Technologies for Studying Objects of Powerful Gas Blowouts on The Yamal Peninsula Using Unmanned Aerial Vehicles. EAGE, Geomodel 2021 – 1-5p. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.202157120
5. Bogoyavlensky V.; Bogoyavlensky I.; Nikonov R.; Kishankov A. [2020] Complex of Geophysical Studies of the Seyakha Catastrophic Gas Blowout Crater on the Yamal Peninsula, Russian Arctic. *Geosciences, 2020, 10,* 215. 22 p. doi.org/10.3390/geosciences10060215

Очистка дымовых газов от CO2 абсорбционным методом

Бочко А.А.* (МГТУ им. Н. Э. Баумана, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5,стр. 1, aleks.bochko@mail.ru)
Научный руководитель: Е.С. Навасардян, д.т.н., профессор
(МГТУ им. Н. Э. Баумана, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1,navasard@mail.ru)

Аннотация

Необходимость очистки дымовых газов перед выбросом в окружающую среду не вызывает сомнений и является отработанным технологическим процессом. Однако, до настоящего времени вопрос промышленного выделения, очистки и последующего применения продуктов очистки отдельных компонентов дымовых газов не был достаточно изучен. Разработка технологии получения продукционного CO_2 из дымовых газов одно из перспективных и актуальных направлений, повышающих рентабельность технологий очистки дымовых газов.

Ключевые слова

Абсорбер, скруббер, десорбер, теплообменник (ТОА), насадочная колонна, насадка, дымовые газы, диоксид углерода, моноэтаноламин (МЭА), газоочистка, ТЭС (теплоэлектростанция), окружающая среда.

Введение

Диоксид углерода можно получить абсорбционно-десорбционным способом из дымовых газов различного состава [1]. Дымовые газы – это продукты сгорания, обычносостоящие из углекислого газа, паров воды, азота, кислорода и других веществ (золы, оксидов серы и т. д.), состав дымовых газов зависит от типа топлива, используемого на предприятиях теплоэнергетики [2-4,6].

В настоящее время для очистки выбросов предприятий от кислых газов в качествеабсорбента применяют растворы аминов, например, моноэтаноламин (МЭА).

Абсорбция диоксида углерода из дымовых газов раствором абсорбента (водным раствором МЭА) сопровождается быстрой химической реакцией. Молекулы кислого газа, растворенного в жидкости, в нашем случает это CO_2,

вступают в реакцию с активным компонентом раствора абсорбента. Реакция, протекающая при этом, являетсяэкзотермической и обратимой. Насыщенный парами CO_2 абсорбент в условиях повышения температуры до температуры кипения в ходе ректификации интенсивно выделяет CO_2 из жидкой в паровую фазу. Таким образом, становится возможной десорбция диоксида углерода из раствора абсорбента, очистка раствора МЭА от CO_2 до остаточной концентрации и возвращение раствора МЭА в цикл абсорбционного модуля[5].

В данной работе представлена технологическая схема очистки дымовых газов и получения диоксида углерода абсорбционно-десорбционным способом.

Принципиальная схема выделения диоксида углерода из дымовых газов котельной ТЭСпредставлена на Рисунке 1.

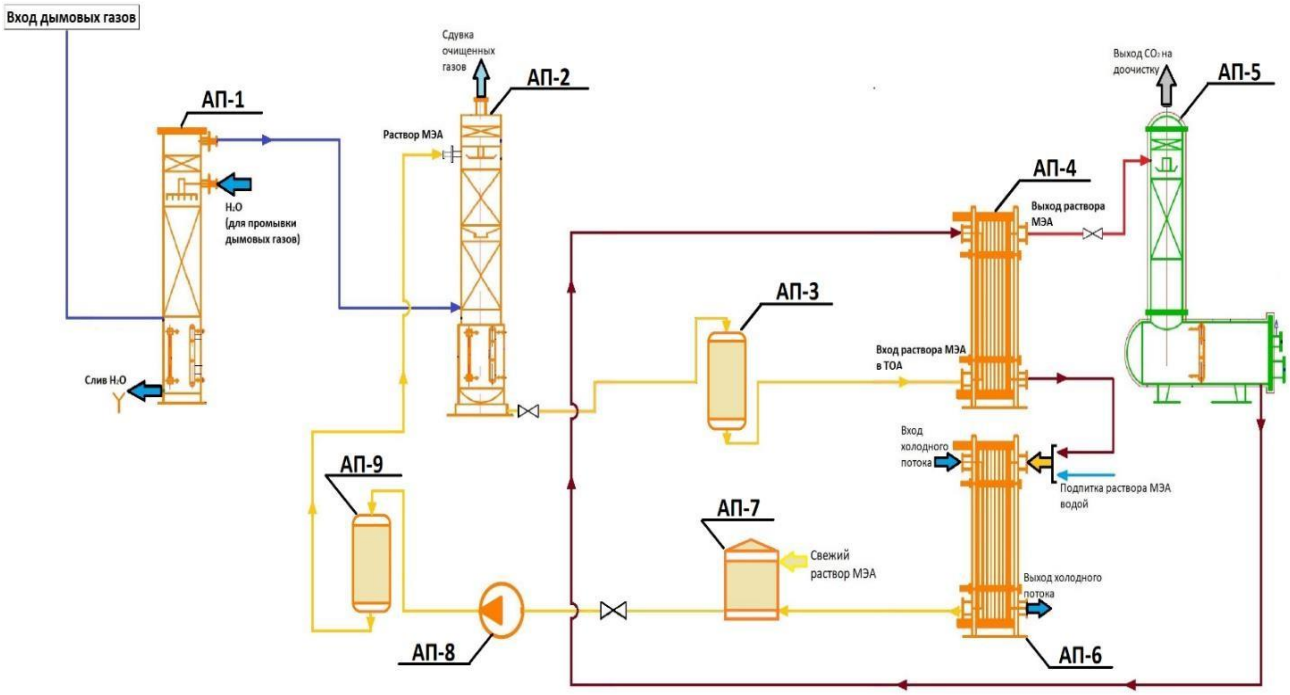


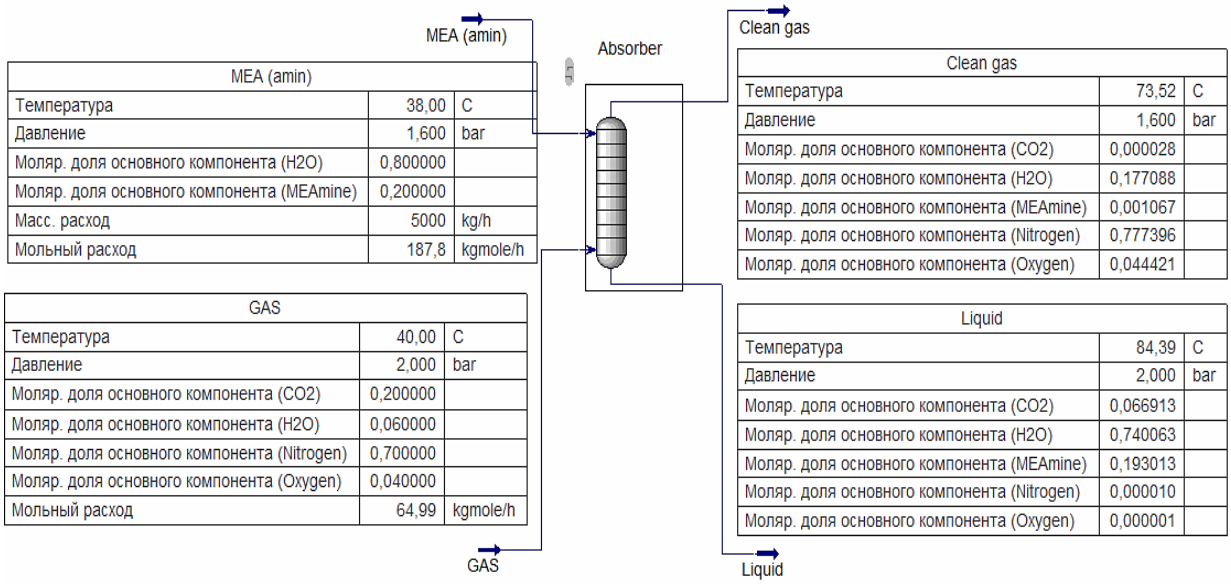
Рисунок 1. *Технологическая схема очистки дымовых газов и получения двуокиси углерода*

В котле ТЭС сжигается топливо (газ), в процессе сжигания топлива образуются дымовые газы, которые очищаются и охлаждаются перед выбросом в атмосферу [5,6].

Для охлаждения и очистки от дисперсной фазы (пыли, копоти и т. д.) дымовые газы промываются в скруббере (АП1) и далее подаются в абсорбер (АП2), где растворомабсорбента (МЭА – моноэтаноламин) поглощается CO_2. Азот и кислород, оставшиеся непоглощенными, выбрасываются в атмосферу. Раствор абсорбента, обогащенный диоксидом углерода, проходит через фильтр насыщенного раствора МЭА (АП3) попадает в теплообменник (АП4) и после подогрева поступает десорбер (АП5) – ректификационную колонну, в котором нагревается до температуры кипения. При этом из раствора абсорбента выделятся CO_2. Газообразный CO_2 доочищается в контактном устройстве ректификационной колонны до концентрации продукционного газа и через теплообменник – охладитель поступает в компрессор и закачивается в баллоны. Очищенный от CO_2 раствор абсорбента охлаждается в теплообменнике (АП4) отдает излишек тепла и направляется к теплообменнику (АП6) где, дополнительно охлаждается, смешивается с водой (в случае необходимости) и направляется через буферную емкость (АП7) к насосу (АП8). Из насоса раствор подается через фильтр регенерированного раствора МЭА (АП9) в абсорбер, и цикл по абсорбенту замыкается.

Теоретические и экспериментальные исследования

Схема абсорбционного модуля, составы и термодинамические параметры абсорбента и дымовых газов на входе и выходе из абсорбера представлены на Рисунке 2.



MEA (amin)		
Температура	38,00	C
Давление	1,600	bar
Моляр. доля основного компонента (H2O)	0,800000	
Моляр. доля основного компонента (MEAmine)	0,200000	
Масс. расход	5000	kg/h
Мольный расход	187,8	kgmole/h

GAS		
Температура	40,00	C
Давление	2,000	bar
Моляр. доля основного компонента (CO2)	0,200000	
Моляр. доля основного компонента (H2O)	0,060000	
Моляр. доля основного компонента (Nitrogen)	0,700000	
Моляр. доля основного компонента (Oxygen)	0,040000	
Мольный расход	64,99	kgmole/h

Clean gas		
Температура	73,52	C
Давление	1,600	bar
Моляр. доля основного компонента (CO2)	0,000028	
Моляр. доля основного компонента (H2O)	0,177088	
Моляр. доля основного компонента (MEAmine)	0,001067	
Моляр. доля основного компонента (Nitrogen)	0,777396	
Моляр. доля основного компонента (Oxygen)	0,044421	

Liquid		
Температура	84,39	C
Давление	2,000	bar
Моляр. доля основного компонента (CO2)	0,066913	
Моляр. доля основного компонента (H2O)	0,740063	
Моляр. доля основного компонента (MEAmine)	0,193013	
Моляр. доля основного компонента (Nitrogen)	0,000010	
Моляр. доля основного компонента (Oxygen)	0,000001	

Рисунок 2. *Схема абсорбционного модуля*

По результатам исследований концентрация CO_2 в отходящих из абсорбера газах составила менее 0,1% (0,001 мольных долей) при расходе адсорбента 5000 кг/ч; при увеличении расхода абсорбента концентрация CO_2 в отходящих из абсорбера газах снижается, но незначительно (Рисунок 3).

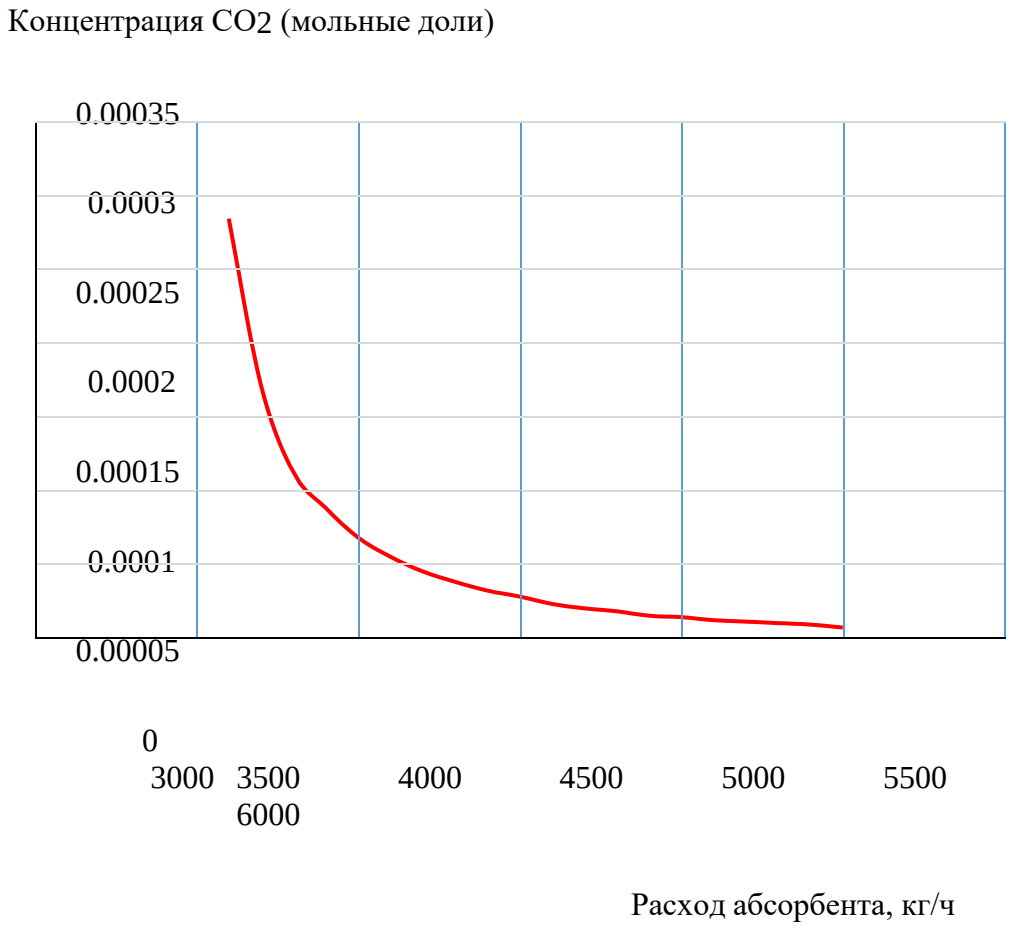


Рисунок 3. *График зависимости концентрации CO_2 от расхода абсорбента*

Это позволяет говорить о достижении предельной минимальной величины концентрации CO_2 на выходе из абсорбера.

В ходе расчетов были определены: оптимальный вид насадки абсорбера, концентрация раствора абсорбента на входе в абсорбер и зависимость концентрации CO_2 в отходящих газах от расхода абсорбента.

Выводы

Использование технологий очистки и переработки продуктов сжигания топлива позволит предприятиям теплоэнергетики не только снизить уровень загрязнения ОС, но и получить финансовую выгоду, например, при продаже полученных продуктов очистки из переработки дымовых газов.

Технологии позволяющие использовать продукты сжигания топлива (дымовые газы) для дальнейшей их переработки становятся все более актуальными, так как в основе данных технологий лежит вовлечение в производственный процесс потенциального сырья, которое в настоящее время используется не в полной мере.

Библиография

1. Babak Pouladi, Mojtaba Nabipoor Hassankiadeh, Flor Behroozshad Dynamic simulation and optimization of an industrial-scale absorption tower for CO_2 capturingfrom ethane gas, Energy Reports, Journal homepage: www.elsevier.com/locate/egyr

2. Штолина В.В., Симакова Е.Н., Навасардян Е.С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИЗГОТАВЛИВАЮЩИХ ЛОПАСТИ ВЭУ, В сборнике: Техносферная безопасность в XXI веке. материалы X Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 373- 376.

3. Бочко А.А. Разработка технических решений по газоочистке и газопереработке на теплоэлектростанциях и теплоэлектроцентралях / Бочко А.А, Брылов Д.С. – Горный информационно-аналитический бюллетень, 2020 - №5 (специальный выпуск 14) – 29-30с. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-5-14-29-36.

4. Лебедев С. В. Региональные проблемы теплоэнергетики: учебное пособие / С. В. Лебедев, В. М.. Приходько, В. К. Гаак, и др.; под общей редакцией В. М. Лебедева. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — ISBN 978-5-8114-3694-1.

5. Пименова Т. Ф. Производство и применение сухого льда, жидкого и газообразного диоксида углерода. Л- Легкая и пищевая промышленность, 1982. —208 с.

6. Сырьевой комплекс России / Информационно-аналитический центр «Минерал». URL: http://www.mineral.ru/facts/Russia/index.html (дата обращения: 22.12.2021).

К вопросу о рекультивации нарушенных земель в арктических условиях

Воробьева Е.М.* (МГРИ, tigew79@gmail.com),
Щерба В.А. (МГРИ, shcherba_va@mail.ru)

Аннотация

В работе рассмотрены проблемы рекультивации нефтезагрязненных земель Крайнего Севера. Описан метод рекультивации нефтезагрязненных почв с применением, выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов. Предложена технология повышения эффективности данного метода путем совместного использования биоматов.

Ключевые слова

Рекультивация, биологический этап, нефтяные загрязнения, биоматы, микроорганизмы-деструкторы.

Теория

В настоящее время экономика России в значительной степени зависит от добычи нефти и газа. Истощение запасов углеводородов требует включения в разработку месторождений, расположенных в районах Крайнего Севера, которые характеризуются сложными климатическими и геолого-географическими условиями. Экосистемы данных районов чрезвычайно хрупки и уязвимы, а в случае нарушения восстанавливаются продолжительное время.

Рекультивация нефтезагрязненных земель представляет собой сложный комплекс инженерных мероприятий по технической подготовке земель и их биологическому освоению с максимальным учетом мер по сохранению биоразнообразия. Рекультивация нефтезагрязненных земель для сельскохозяйственных, лесохозяйственных и других целей осуществляется, как правило, в два этапа: технический и биологический в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.01 и с учетом существующих наилучших доступных технологий [2].

Так как добыча углеводородов повсеместно сопряжена со значительными экологическими рисками, большое внимание необходимо уделять проблеме рекультивации нефтезагрязненных земель. Актуальность выбранной направленности определяется тем, что с каждым годом все больше и больше деятельность нефтедобывающего комплекса наносит вред окружающей среде. Одним из таких воздействий являются разливы нефти и нефтепродуктов. В результате разливов углеводородного сырья происходит изменение природных ландшафтов: деградация почв, гибель растительности, загрязнение водоемов, уничтожения плодородного слоя и т.д. В связи с этим, в настоящее время разработано множество методов рекультивации земель, позволяющих быстро и эффективно восстанавливать нефтезагрязненные земли. Но реальность такова, что с развитием современного мира данные методы теряют свою актуальность, что ведет к разработке новых технологий для усовершенствования и современного применения уже имеющихся методов.

Обозначенная проблема рассмотрена на примере месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). В данном регионе весьма сложные

климатические условия. Они обусловлены суровой и продолжительной зимой, с длительным стоянием снежного покрова, холодным летом, поздними весенними и ранними осенними заморозками

В качестве объекта рекультивации взято Сугмутское нефтяное месторождение - одно из крупнейших месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Месторождение открыто в 1987 году и введено в разработку в 1995 году. Оно расположено в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Один из методов, примененных при рекультивации нефтезагрязненных почв месторождения, основывался на выделении из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов.

Данная технология может использоваться в двух основных направлениях, а именно: восстановление загрязненных нефтепродуктами и нефтью почв при помощи организмов деструкторов и для обезвреживания нефтезагрязненных грунтов и нефтешламов биологическим способом [4].

Предлагаемый метод рекультивации, как и многие другие, включает три этапа. Подготовительный этап, как известно, включается в себя описание поверхности нефтезагрязненного участка, фотосъемка участка до проведения работ, отбор проб согласно нормативам и ГОСТам, по которым определяется количество нефтепродуктов и солей на выбранном участке [3]. Здесь же определяется динамика загрязнения (возможность увеличения и уменьшения), измеряется кислотность, степень замазученности и т.д. Таким образом, на данном этапе происходит формирование основного плана по рекультивации загрязненного участка.

Технологический этап рекультивации начинается с фрезерования нефтезагрязненного участка, которое запускает стимулирующие процессы самоочищения загрязненных почв. Затем в почву вносятся микроорганизмы-деструкторы и раскислитель. Чаще всего в качестве раскислителя применяют карбонат кальция $CaCO3$. Количество раскислителя зависит от типа почв и значения pH, которые определяются до начала ведения работ по рекультивации. Завершающим шагом основного этапа является фиторекультивация. Она заключается в засевании района рекультивации растениями с разветвленной корневой системой при достижении концентрации нефтепродуктов в почве менее 8% [1].

Данная технология нуждается в совершенствовании, так как в ней не в полной мере учтены специфические геолого-географические особенности районов Крайнего Севера. Высокая стоимость микроорганизмов-деструкторов способных образовывать многочисленные популяции и эффективно нейтрализовать нефтезагрязнения в экстремальных климатических условиях (большая амплитуда температур в течении года, короткое лето), а также сложный гидрогеологический режим почв (болота) и многолетняя мерзлота заметно снижают рентабельность применения указанного метода рекультивации в хрупких экосистемах севера.

Отмеченные недостатки следует компенсировать за счет совместного использования технологии рекультивации нефтезагрязненных почв с помощью, выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов и биоматов.

Биомат – это система укрепления почвенного слоя с помощью создания растительного покрова и представляет собой полностью биоразлагаемый материал, состоящий преимущественно изо льна и джута. Также он содержит в себе необходимые удобрения и травосмеси, которые подбираются в соответствии с природными условиями на участке проведения работ по рекультивации. Благодаря этому биомат служит не

только противоэрозионным покрытием, которое обеспечивает защиту от ветра и воды, но и удобрением для почвы [6].

Как было отмечено, в зависимости от условий эксплуатации компонентный состав биомата может быть изменен. Так, например биоматы типа БТ-ВУЗ (рис.1) разработаны специально для защиты горизонтальных и слабонаклонных, слабодренированных, заболоченных и периодически подтапливаемых грунтовых поверхностей. Использование данного типа биомата в рамках предлагаемого нового комбинированного метода, позволит устранить недостатки технологии, основанной на микроорганизмах-деструкторах.

Рисунок 3 – Биомат БТ-ВУЗ/60

Целесообразно внедрение биоматов в основной этап метода рекультивации основанного на биодеструкции углеводородов. Предлагается укрывать биоматами фрезерованные участки проведения работ, после внесения в них микроорганизмов-деструкторов и раскислителей. Это позволит сохранить жизнеспособность и увеличить скорость роста популяции микроорганизмов-деструкторов, за счет снижения влияния суровых климатических условий окружающей среды. Благодаря чему ожидается повышение эффективности переработки углеводородов и, следовательно, скорость подготовки почвы для дальнейшего укрепления корневой системы растений биоматов.

Разнообразие методов рекультивации обосновывает необходимость учета ситуации в каждом конкретном регионе. В связи с этим ряд учёных предлагает создать Регламент по рекультивации земель, который должен включать возможность максимального использования существующей инфраструктуры инженерного обеспечения строительства и эксплуатации действующих нефтепроводов в одном техническом коридоре (дорог, переездов, водозаборов, амбаров-отстойников) для создания оптимальных размеров земельного отвода. Для надлежащего проведения биологического этапа рекультивации предлагается ввести экологическую экспертизу биологического этапа. Кроме того, предлагается определять истинное содержание нефтепродуктов в загрязненной почве с учетом органических соединений в целинной незагрязненной почве [5].

Необходимо учесть интересные предложения, высказанные в монографии «Восстановление почв, загрязненных нефтью: биологические, физические и химические

процессы», в которой описывается, как оптимизировать биоразложение нефтяных углеводородов в системах почва-вода. В ней говорится о восприимчивости различных компонентов нефти к биоразложению микроорганизмами и рассматриваются все группы микроорганизмов на предмет их потенциального вклада в рекультивацию. В книге также рассматриваются проблемные области, такие как перенос организмов, кислорода или питательных веществ в почву, а также проблема биодеградации ароматических углеводородов [7].

Выводы

Таким образом, применяемые на данный момент технологии рекультивации несовершенны и требуют доработок для создания более эффективных методов по восстановлению загрязненных территорий нефтью и нефтепродуктами в сложных климатических условиях. Использование биоматов совместно с микроорганизмами-деструкторами имеет синергетический эффект. Биоматы защищают микроорганизмы и семена от суровых климатических условий, а микроорганизмы, в свою очередь, разрушают загрязняющие почву углеводороды и способствуют восстановлению плодородного слоя.

На данном этапе исследований рекомендуется проведение лабораторных исследований предложенного способа рекультивации нарушенных территорий, а также совершенствование предложенного метода путем внедрения в биоматы водорастворимых капсул с раскислителями и слоем микроорганизмов-деструкторов. Следует отметить, что, при получении положительных результатов исследования, усовершенствованный комбинированный метод позволит значительно повысить эффективность процессов восстановления хрупких экосистем Крайнего Севера.

Библиография

1. Бобренко Е. Г., Югов Я.А. Экологическая оценка результатов рекультивации нефтезагрязненных земель на нефтегазодобывающем месторождении // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2019. № 4 (19) октябрь - декабрь. – URL http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2019/4/00784.pdf. - ISSN 2413-4066.

2. ГОСТ Р 57447-2017. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

3. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» Дата введения 2019-01-01.

4. Ивасенко Д.А., Иванов А.С., Косов А.В. Технология рекультивации загрязнённых нефтью и нефтепродуктами почвы, воды при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов. Томск. 2007. 90 с.

5. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Г.С. Егорова Г.С., Заикина В.Н., Тарасов А.П., Бакунов Д.Ю., Пасикова А.В. Обоснование регионального регламента

по рекультивации земель, нарушенных добычей нефти // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2017. № 11 (260). Выпуск 39. С. 141-154.

6. Халиулина Л.Э. Применение биоматов в районах Крайнего Севера // Наука, образование и культура. № 10 (34), 2018. С. 14-16.

7. Eve Riser-Roberts. Remediation of Petroleum Contaminated Soils. Biological, Physical, and Chemical Processes. SBN 9780367400446. Published September 11, 2019 Press: 576 Pages.

Изучение диффузных источников загрязнения Клязьминского водохранилища методом дистанционного зондирования

Галковский Никита Сергеевич* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, ngalkovskiy@gmail.com)

Аннотация

В работе проведено изучение роста антропогенной нагрузки на Клязьминское водохранилище за длительный период времени и оценка влияния источников диффузного загрязнения с использованием данных дистанционного зондирования.

На первом этапе осуществлен выбор источников информации. В их число были включены топографические карты издания 1985 г. масштаба 1:100 000, отражающие состояние природно-территориальных комплексов береговой зоны на период составления карты, современные космические снимки 2021 г.

На втором этапе принято решение выделения прибрежной зоны расстоянием в 1.5 км от береговой линии водохранилища. Размер данной зоны выделен в связи с повышенном уровнем интенсивности застройки в данной области.

На третьем этапе с помощью ГИС-систем были осуществлены трансформация и синтезирование космических изображений, итогом которых стала карта, показывающая увеличение площадей населенных пунктов за 1985-2021 гг.

На четвертом этапе были произведены ориентировочные вычисления изменения поступлений загрязняющих веществ с селитебной территории, выполненные на основе методического пособия «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условия выпуска его в водные объекты».

Ключевые слова

Поверхностные источники водоснабжения, диффузное загрязнение, дистанционное зондирование, геоинформационная система.

Теория

Ухудшение качества воды значительной части водных объектов в последние десятилетия вызвано воздействием целого класса источников площадного (диффузного) характера, недоступных для постоянного наблюдения.

Сбросы сточных вод от точечных источников локализованы, контролируемы, относительно стабильны по расходу, составу и концентрации ЗВ, тогда как неточечные (диффузные) источники ЗВ могут иметь значительную площадь, неконтролируемы, нерегулируемы и практически неуправляемы.

В качестве объекта исследования было выбрано Клязьминское водохранилище. Основные экологические проблемы водохранилища определяются его возрастом (1937

г. создания), непосредственной близостью к Москве и спецификой интенсивного рекреационного водопользования. Длина водохранилища – 25 км, максимальная ширина – 1 км, площадь 16.2 км2

Целью данных исследований являлось изучение роста антропогенной нагрузки жилой застройки на Клязьминское водохранилище за длительный период времени и оценка влияния источников диффузного загрязнения с использованием данных дистанционного зондирования. Исследования проводились в несколько этапов.

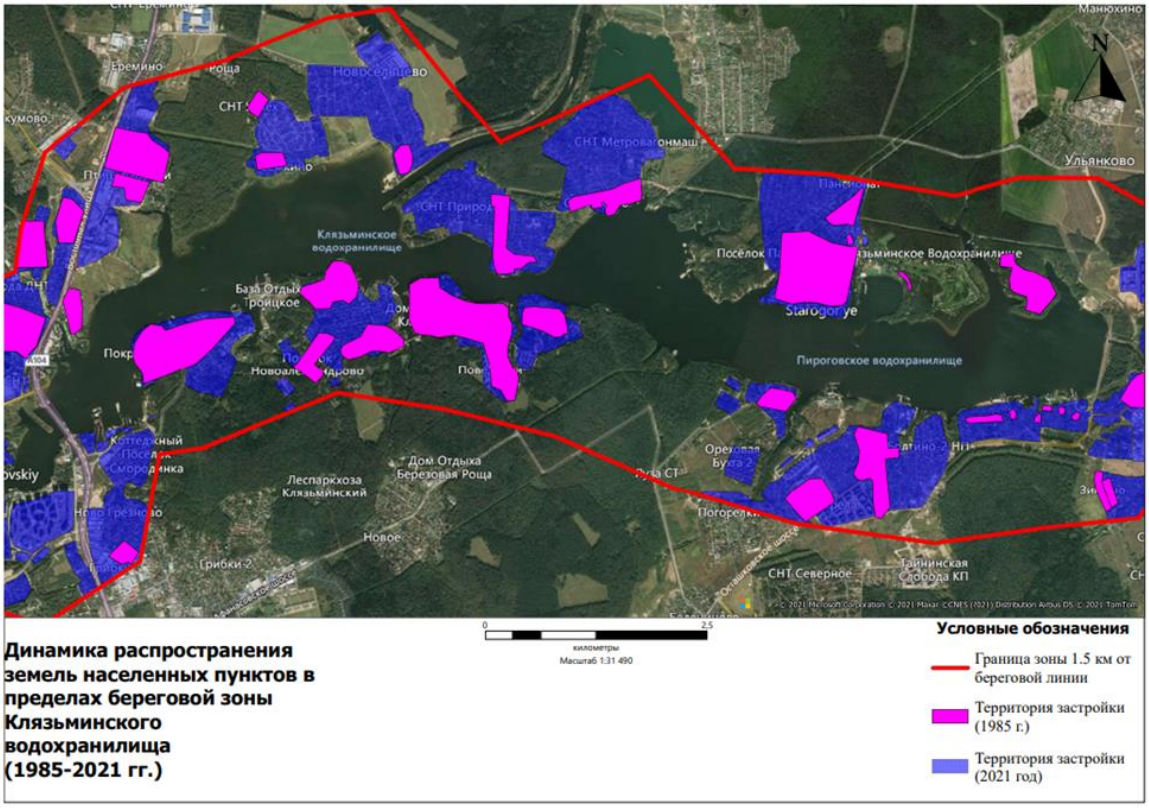


Рисунок 1. *Динамика распространения земель населенных пунктов в пределах береговой зоны Клязьминского водохранилища (1985-2021 гг.)*

Выводы

При помощи методического пособия «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условия выпуска его в водные объекты» было ориентировочно вычислено изменение объема поступления загрязняющих веществ, в сравнении 1985 и 2021 годов. По итогам составленной карты, в период с 1985 года до 2021 года объем поступление ЗВ от населенных пунктов в исследуемом районе увеличился в 2,1 раза.

Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га·год) – 1985 год	Удельный вынос, кг/(га·год) – 2021 год

ХПК	6 141000	12 942000
БПК20	8 59740	1 811880
Нефтепродукты	245640	517680
Соединения азота	36864	77652
Соединения фосфора	9211	19413
Минеральные соли	2 456400	5 176800

***Таблица 1**. Результаты расчета удельного выноса примесей с территории застройки*

Библиография

1. Federal Independent Institution "Federal Center for Regulation, Standardization and Technical Conformity Assessment in Construction" - Recommendations for the calculation of systems for collecting, researching and treating hazardous runoff from residential facilities, enterprise sites and coverage of emissions into water bodies, Moscow, 2015.

2. Kirpichnikova N.V., Kurbatova I.E. Degradation of water protection zones of water supply sources: water legislation, environmental monitoring, remote assessment methods // Sat. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference "Water Resources: New Challenges and Solutions". Novocherkassk: , 2017

3. Pryazhinskaya V.G., Sadovskaya O.V. Analysis of approaches to the assessment of pollution sources // In the book. "Justification of water resources management strategies.": Moscow, 2006.

4. Ratkovich L.D., Markin V.N., Glazunova I.V., Sokolova S.A. Factors of influence of diffuse pollution on water bodies // Nature Engineering. No. 3, 2016.

Анализ причин возникновения аварий на внутрипромысловых нефтепроводах

Григоров Д.А.* (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени С. Орджоникидзе, Volier555@mail.ru),
Брылов Д.С. (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени С. Орджоникидзе, brylovds@mgri.ru)

Аннотация

В данной работе рассмотрены и проанализированы основные причины возникновения аварий на внутрипромысловых нефтепроводах. В статье рассмотрены данные о количествах прорывов нефтепроводов за несколько лет. По результатам проведенного анализа сделан вывод.

Ключевые слова

Внутрипромысловые трубопроводы, окружающая среда, транспортировка нефтепродуктов, разливы.

Теория

Внутрипромысловые нефтепроводы представляют собой сложные инженерные сооружения, построенные в различных регионах Российской Федерации и эксплуатируемые в разнообразных природноклиматических условиях – от Крайнего Севера до средней полосы и Западной Сибири. Подземная, наземная и надземная прокладки трубопроводов, подводные переходы и особенности технологии строительства создают широкий спектр параметров прочности и долговечности различных участков трубопроводов.

Анализ надежности и безопасности участков обеспечивает нахождение конструктивных оптимальных решений, рациональный выбор трассы, объемов и сроков диагностики их технического состояния в процессе строительства и эксплуатации, капитального ремонта и реконструкции. Такой анализ способствует уменьшению потерь транспортируемого продукта, снижению затрат на техническое обслуживание, индивидуального риска для персонала и населения, уменьшению вредных выбросов и сбросов в окружающую природную среду [1].

В рассматриваемом случае с транспортировкой нефтепродуктов по трубопроводам, определяющими факторами разливов связаны с разгерметизацией системы перекачки нефти, также непосредственно с разливом нефтепродуктов, что способствует загрязнению компонентов окружающей среды. При этом, в подавляющем большинстве случаев, основной причиной является внутренняя коррозия (диаграмма 1)

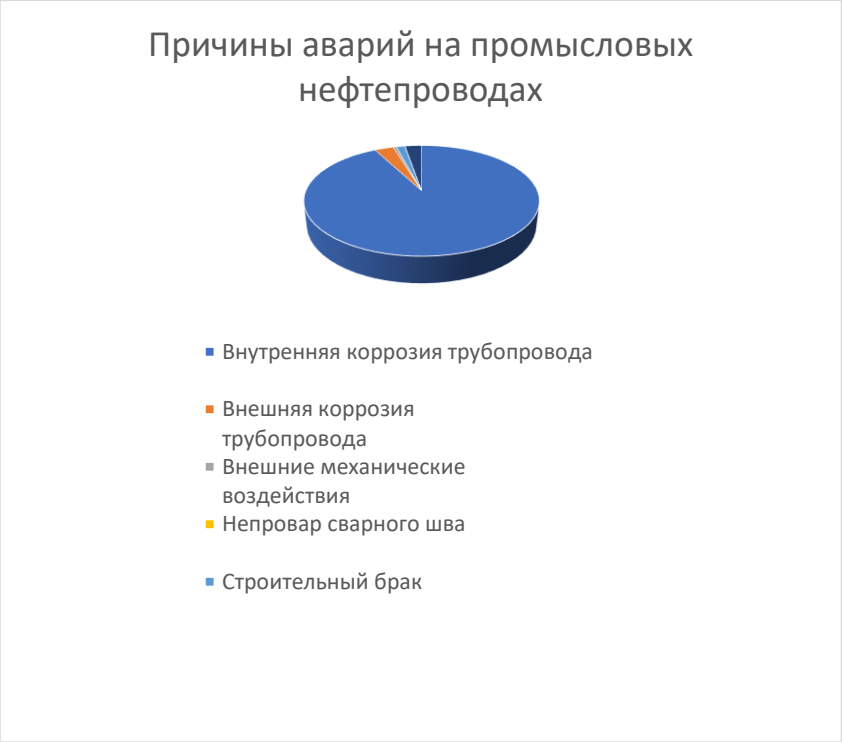


Диаграмма 1. *Причины аварий на промысловых нефтепроводах*

По данным официальной статистики за период с 2007 по 2014 год удалось собрать информацию, позволяющую оценить динамику прорывов нефтепроводов (Таблица 1) [2]

Компания/годы	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
«Роснефть»	7671	7338	6495	5797
«Лукойл»	3776	3712	3373	3114
«Сургутнефтегаз»	15	5	10	1
«Газпромнефть»	872	963	738	635
«Татнефть»	98	877	775	615
«Башнефть»	278	633	1069	1132
«Славнефть»	18	20	12	10
В целом по РФ	**14 406**	**14 105**	**12 983**	**11 709**

Таблица 1. *Прорывы нефтяных трубопроводов в Российской Федерации*

Всего на территории Российской Федерации находится в эксплуатации свыше 350 тыс. км внутрипромысловых нефтепроводов, на которых ежегодно отмечается свыше 50 тыс. инцидентов, сопровождающихся выбросами нефти, в том числе в водоемы, и приводящих к другим опасным последствиям. [3]. Только в Западной Сибири длина внутрипромысловых трубопроводов превышает 100 тыс. км. И большинство аварий происходит именно на них.

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры добывается около половины всей нефти в России. На рис. 1 приведены данные о порывах на промысловых

нефтепроводах в ХМАО-Югры и количестве добытой в соответствующем году нефти за 2014-2017 гг. [4]

***Рисунок 1**. Количество аварий на промысловых нефтепроводах и объемы добычи нефти*

Таким образом, официальные данные показывают, что уменьшения количества порывов на протяжении 4-х лет не происходит. В отличие от магистральных трубопроводов, по которым транспортируется уже очищенная от агрессивных примесей нефть, промысловые нефтепроводы работают в гораздо более тяжелых условиях. По оценкам экспертов, срок службы стальных труб без внутреннего покрытия составляет от 6-ти месяцев до 5-ти лет (диаграмма 2)

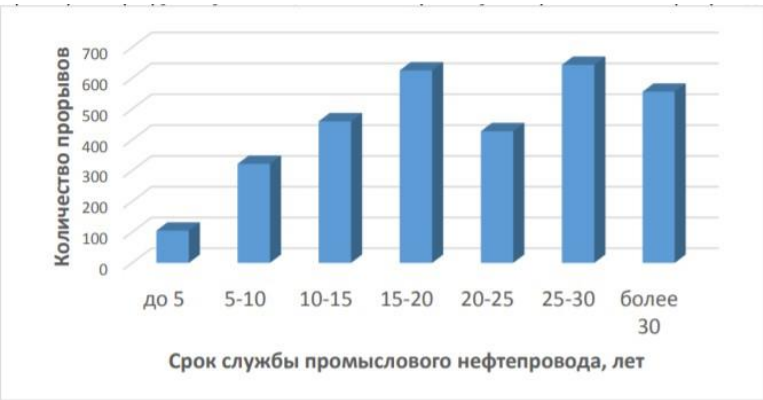


***Диаграмма 2.** Срок службы промыслового нефтепровода*

На данной диаграмме можно проследить динамику изменения с течением времени количества прорывов на промысловых нефтепроводах. Видно, что уже после пяти лет эксплуатации промыслового нефтепровода начинается резкий рост аварийности, который выходит на пик к 15-20 годам. В промежутке с 20 до 25 лет эксплуатации наблюдается снижение аварийности, по причине капитального ремонта нефтепровода. Далее аварийность продолжается удерживаться на достаточно высоком уровне по причине старения трубопроводов.

Также считается, что аварии на нефтепроводах не обходятся без влияния геологических условий. Дело в том, что бывает так, что аварии повторяются в одних и тех же местах (Рис.2)

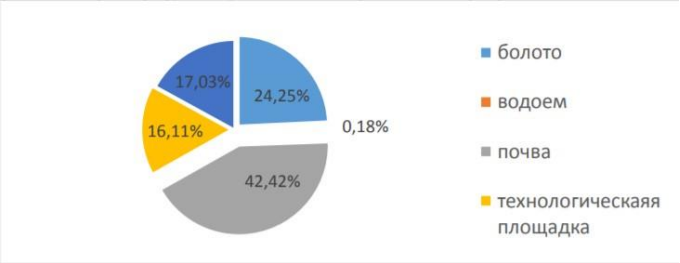


***Рисунок 2**. Характер местности на которой произошел порыв промысловых нефтепроводов*

Можно констатировать, что действует скрытый механизм влияния геологической ситуации на надежность работы трубопроводного транспорта. Дело в том, что тектонические разломы представляют собой ослабленные, раздробленные участки земной коры, имеющие глубину и ширину. На этих участках следует, очевидно, ожидать и максимальные деформации грунта, являющиеся следствием влияния современных движений земной коры, а также климатических (протаивание, промерзание, переувлажнение) и технологических (оттаивание мерзлого грунта вокруг нагретой трубы) факторов. [5].

Выводы

Потери нефти и ее разливы на поверхность в России в последние годы, вероятнее всего, составляют несколько миллионов тонн нефти в год. При этом не наблюдается явных признаков сокращения этого объема. Большая часть утечек нефти связана со старостью трубопроводов, что усугубляется попытками нефтяных компаний сэкономить на замене нефтепроводов. Количество порывов нефтепроводов в год (с экологическими последствиями) существенно превышает 10 тысяч и в последние годы не убывает, а скорее всего, растет.

Библиография

1. Кугрышева Л.И., Стахов С.А. Факторы обеспечения надежности и безопасности трубопроводов. Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Естественнонаучная», 2008., №4
2. Краткий обзор о порывах нефтепроводов и объемах разливов нефти в России / И.П.Блоков. Гринпис России. 2011.
3. Лушпей В.П., Пискунов Ю.Г., Гнитецкая Н.Н. Опасные техногенные процессы: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 280700 «Техносферная безопасность» по профилю подготовки бакалавров «Защита в чрезвычайных ситуациях» / под ред. В.П. Лушпея; Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 133 с

4. Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО – Югры https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-iotchyety/regionalnye-otchety/avariynost/

5. Сашурин А.Д. "Современная геодинамика и техногенные катастрофы." Сб. докладов международной конференции "Геомеханика в горном деле - 2002"

Особенности воздействия суммарного магнитного поля Земли на окружающую природную среду и здоровья населения (на примере жилого района Теплый Стан)

Грунчева Д.В.*(Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва (РГГРУ, МГРИ), dasha.gruncheva@list.ru)

Аннотация

Интенсивное использование электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что возник и сформировался новый значимый фактор влияния на человеческую популяцию - электромагнитный. Особенностью источников суммарного магнитного поля является создание равномерной зоны воздействия. Именно при сравнении с фоновыми значениями можно наблюдать отклонения, вызванные различными факторами, которые негативно влияют на природную среду. За основу исследования взяты результаты замеров характеристик суммарного магнитного поля Земли на территории жилого района «Теплый стан» в г. Москва. Выявлены особенности пространственного распределения параметров электромагнитного поля, как связанные с характером функционального использования территории, так и являющиеся следствием иных причин.

Ключевые слова:

Природная среда, электромагнитное поле, здоровье населения

Теория

Каждый организм — это система с большим числом параметров и внутренних процессов. Клетка представляет основную единицу живого организма, начальным и конечным этапом реализации всех его биологических процессов. Исходя из этого все изменения для живого организма начинаются и заканчиваются только на клеточном уровне.

На сегодняшний день в результате различных видов деятельности человек вносит колоссальное изменения в магнитное поле Земли, развивая новые направления и превышая интенсивность своего воздействия [3]. Можно утверждать, что в настоящее время влияние суммарного магнитного поля Земли на здоровье населения является научно доказанным фактом.

Направление жизнедеятельности организма осуществляется физическим путем, а главное значение имеют электромагнитные явления. В клетках организма, и между ними происходит постоянный обмен с помощью электромагнитных волн как в здоровом состоянии, так и в случае болезни. Когда на процессы управления организма действуют не свойственные ему колебания вредных веществ, возникают функциональные нарушения. Если регуляторная система организма не способна нейтрализовать эти нарушения, то возникает возможность различных видов заболеваний.

Анализ суммарного воздействия магнитного поля Земли на человека показывает, что наиболее чувствительные системы организма: нервная, иммунная, эндокринная, половая. Биологический эффект в условиях многолетнего воздействия накапливается, вследствие чего возможно развитие новообразований и гормональных заболеваний. К воздействию магнитного поля Земли особенно чувствительны дети, беременные, люди с нарушениями в сердечно-сосудистой, нервной и иммунной системах.

Характерный для природы замкнутый круговорот вещества и энергии в природно-техногенных системах нарушается, приводя к накоплению так называемого «мультизагрязнения», оказывающего негативное влияния на все компоненты систем [2].

Количественно оценить особенности воздействия природных и техногенных факторов можно, например, посредством измерения отклонения наблюдаемых значений

аномалий от фоновых их значений. Для этого достаточно проводить регулярные контрольные пространственно-временные наблюдения либо на всей территории городских поселений, либо на конкретных участках-полигонах, в полной мере отображающих разнообразие территории [4].

Трансформация городской геологической среды влечет за собой повышение фонового уровня магнитного поля Земли, появление аномалий геомагнитного поля [1]. Некоторые результаты исследования, проведенных в г. Москве летом в 2021 гг., представлены ниже.

На рисунке 1 представлены результаты измерений выявления локальных геомагнитных аномалий на территории Ландшафтного заказника «Теплый стан» и прилегающего жилого района. Измерения проводились на участке размером приблизительно 600х600 кв. м. На изучаемой территории разбита квазиравномерная сеть, состоящая из 13 профилей, на каждом из которых по 12 точек наблюдения. Всего получилось 55 пунктов измерения. На каждой точке проводились по три замера и высчитывалось среднее значение. Кроме этого, проводились длительные непрерывные измерения в течение одного дня с интервалом 15 минут с последующим их сопоставлением с фоновыми значениями.

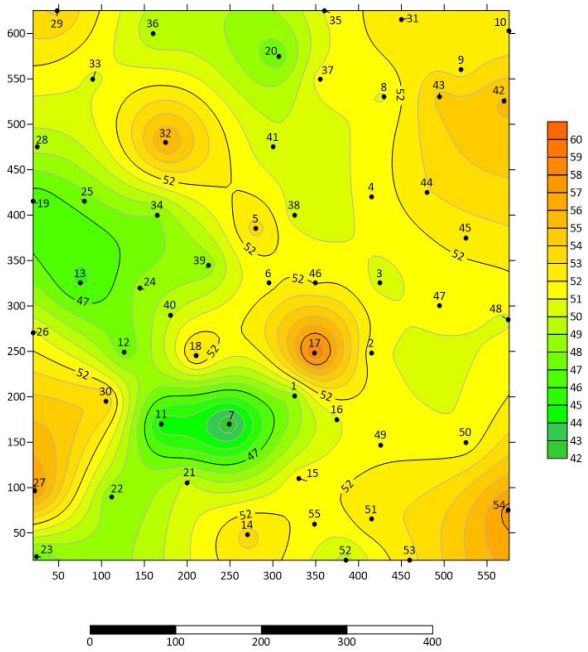


Рисунок 1. *Результаты измерения суммарного магнитного поля Земли. Точками показаны пункты измерения. Изолинии оцифрованы в мкТл*

Пункты измерения пределах участка располагались по возможности равномерно и «привязывались» к зданиям в жилом массиве, приметным объектам и др. Следует отметить, что подобного рода исследования по такой методике проведены впервые.

На плане хорошо видна граница между лесным массивом и жилым районом, проходящая приблизительно в меридиональном направлении в средней части полигона. Правая (лесная) половина планшета в целом характеризуется более высокими величинами магнитного поля (от 52 мкТл и выше). Как видно на рисунке 1 высокие значения прослеживаются в средней части исследуемого участка, пересекая его по диагонали рядом ограниченных аномальных зон. На сегодняшний день, природные

особенности изучаемой территории не до конца изучены. Значения модуля полного вектора магнитной индукции колеблются в пределах 45-55 мкТл. По результатам исследования были выявлены участки с существенно пониженными значениями (ниже 45 мкТл), расположенные в пределах жилого района. Это позволяет предположить наличие эффекта экранирования геомагнитного поля на участке городской застройки.

Выводы

Последующая детальная обработка материала с проведением дополнительных исследований позволит выявить закономерности изменения электромагнитных полей урбанизированных территорий.

Благодарность

Выражаю признательность и искреннюю благодарность научному руководителю от Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Жигалину Александру Дмитриевичу за сотрудничество и бесценный опыт.

Библиография

1. Архипова Е.В., Жигалин А.Д., Федорук Н.А., Тормышева Е.Э., Сазонова В.В. Контроль аэроионного состава атмосферы урбанизированных территорий. Геоэкология, 2020, № 1. - С. 28-31.
2. Жигалин А.Д., Сазонова В.В., Грунчева Д.В., Романов И.С. Эколого-геофизический мониторинг территории городских поселений. Вестник филиал МГУ им. Ломоносова г. Душанбе 1(17) 2021, 126 с.
3. Трофимов В.Т., Жигалин А.Д., Богословский В.А., Архипова Е.В. Место эколого-геофизических исследований в системе урбоэкологии. Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2016, № 6. С. 3-9
4. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д. Экологические функции абиотических сфер Земли: монография / под ред. В.Т. Трофимова. М.: «КДУ» «Университетская книга», 2018. 608 с.

Особенности идентификации объектов экологического учета

Давшан А.С. (МГРИ davshan97@mail.ru)*

Аннотация

Рассмотрены подходы отечественных и зарубежных авторов к определению объектов экологического учета, проведено разграничение между понятиями расходов и затрат на экологическую деятельность.

Ключевые слова

экологическая деятельность, экологический учет, окружающая среда, экономический субъект

Теория

Осуществление производственной деятельности экономическим субъектом, безусловно, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Подобно тому, как каждый экономический субъект стремиться улучшать качество производимого продукта или оказываемой услуги, аналогично для экосистемы необходимо применять определенные инвестиции, чтобы она была здоровой экосистемой.

Экологический учет считается управленческим инструментом, который можно использовать во многих областях, таких как: управление затратами и контроль, повышение эффективности инвестиций в отношении окружающей среды, повышение производительности по отношению к окружающей среде, поощрение менее загрязненных продуктов и более экологичных производственных процессов и повышения эффективности инвестиций в менее загрязняющие технологии и т. д.

Экологический учет стал новым вызовом для профессионального бухгалтера, чтобы максимизировать благосостояние человечества, а необходимость использования и внедрения экологического учета хозяйствующими субъектами становится все более очевидной.

Экологический учет - формирование документированной систематизированной информации, полученной в процессе сбора, регистрации и обобщения информации об экологической деятельности экономического субъекта, направленной на организацию рационального природопользования.

Определение объектов экологического учета - одно из положений, которое формирует представление об учете в целом. Однако данный вопрос не имеет единства в взглядах исследователей. Мнения отечественных авторов в отношении объекта исследуемого вида учета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Автор	Объект учета
К.С. Саенко	Расчеты по платному природопользованию, текущие затраты и капитальные вложения в природоохранную деятельность (объекты, по которым информация может быть сформирована в процессе бухгалтерского учета)
Ю.Ю. Смольникова	Ущерб, наносимый промышленными предприятиями окружающей среде
И.В. Замула, А.Л. Липова, В.В. Травин[2]	Экологические обязательства потребителей, экологические доходы и расходы, финансовые результаты от экологической деятельности
М.А. Потехина	Экологические активы, обязательства и расходы
Е.А. Шелухина и С.Г. Вегера	Эколого-экономический результат землепользования, добавочный экологический капитал
Ю.А. Суслова[3]	Экологические платежи
Л.В. Масько	Экологические активы и обязательства
Н.Г. Сапожникова, Эльвия Бурхан Кхудхур Мохаммед Али[4]	Капитальные вложения, текущие расходы, источники финансирования (собственные средства корпорации, государственную помощь, заемные средства)

Исходя из анализа подходов исследователей к определению объекта экологического учета можно сделать вывод о развитии представлений по данному вопросу, в результате чего выделить две группы объектов:

1) Объекты, которые непосредственно связаны с осуществлением экологической деятельности;

2) Объекты, представляющие собой антропогенные факторы экологической деятельности.

Среди объектов, связанных с экологической деятельностью, можно выделить несколько групп, которые отражают традиционные объекты бухгалтерского учета.

Рисунок 1

Активами являются хозяйственные средства, контроль над которыми организация получила в результате свершившихся фактов ее хозяйственной деятельности и которые должны принести ей экономические выгоды в будущем. Так, под ними понимаются внеоборотные активы (например, нематериальные активы, основные средства, НИОКР) и оборотные активы, которые включают в себя отходы, запасы и т.д.).

Под обязательством следует понимать существующую на отчетную дату задолженность организации, которая является следствием свершившихся проектов ее хозяйственной деятельности и расчеты по которой должны привести к оттоку активов. Обязательства, которые связаны с деятельностью в сфере экологии, представляют собой, например, задолженности перед бюджетом по налогам и сборам за нанесение вредного воздействия окружающей среде.

Согласно Положению по ведению бухгалтерского учета "Доходы организации" ПБУ 9/99" "доходами организации признается увеличение экономических выгод в результате поступления активов (денежных средств, иного имущества) и (или) погашения обязательств, приводящее к увеличению капитала этой организации, за исключением вкладов участников (собственников имущества)". Применительно к экологической деятельности под доходами следует понимать объект, сформированный в результате продажи природных ресурсов, источников энергии, отходов, оказания услуг экологического назначения и т.д.

Под экологическими расходами следует понимать совокупность расходов, которые несет экономический субъект, производящий продукцию (выполняющий работы, оказывающий услуги), как добровольно, так и в силу юридических урегулирований для восстановления и защиты окружающей среды от воздействий, наносимых производственной деятельностью.

Потребность в анализе экологических затрат, сопоставлении исследуемых затрат с другими группами, в рамках контроля и рационального использования средств обуславливает необходимость рассмотрения детальной классификации экологических затрат.

Экологические затраты имеют обширную классификацию по нескольким признакам, которые учитывают многие факторы (место возникновения, характер возмещения, процесс деятельности и т.д.). Широкая классификация исследуемых затрат позволяет раз- граничить затраты на категории, необходимые заинтересованным пользователям в целях их анализа. Пользователи информации об исследуемой категории затрат экономического субъекта преследуют различные цели в связи с чем не представляется возможным выделить единый классификационный признак, поэтому среди зарубежных и отечественных исследователей до сих пор не сложилось единого мнения относительно данного вопроса.

Собственные источники финансирования как объект экологического учета представляют собой:

a) резервы, образованные за счет нераспределённой прибыли экономического субъекта;

b) добавочный капитал, который сформирован в результате переоценки основных средств и нематериальных активов, применяемых в деятельности, связанной с окружающей средой;

c) государственную помощь, направленную на экологическую деятельность (контроль, сбор, удаление отходов, очистка сточных вод, научные исследования).

Заемными средствами в рассматриваемом контексте могут выступать кредиты, займы, которые привлечены для осуществления экологической деятельности; заемные средства, привлеченных путем выдачи векселей, выпуска и продажи облигаций и т.д.

Отдельно необходимо выделить такой объект экологического учета как факты хозяйственной жизни, т.е. действие, событие в хозяйственной жизни экономического субъекта, которое изменяет состав его активов, пассивов и финансовых результатов; связано с окружающей средой, оказывая на нее влияние. Факты хозяйственной жизни -

объект экологического учета, относящийся как к традиционным объектам, связанным с экологической деятельностью, так и с антропогенными факторами воздействия, которые и являются следствием совершения фактов хозяйственной жизни.

Антропогенные факторы можно также подразделить на три направления в зависимости от характера воздействия:

- факторы технического воздействия (функционирование используемого в деятельности оборудования, цикл отходов, отклонение от характеристик эксплуатации и т.д.);
- факторы химико-биологического воздействия (концентрация вредных веществ, предельно допустимые выбросы и сбросы и т.д.);
- факторы физического воздействия (температура, шумы, энергосбережение, мощность, излучения и т.д.).

Выводы

Таким образом, рассмотренная классификация объектов экологического учета наиболее полно охватывает их основные категории, в связи с чем может использоваться в процессе принятия решений в отношении методических и организационных вопросов, а также определения результативности экологической деятельности, осуществляемой экономическим субъектом.

Библиография

1 "Концепция бухгалтерского учета в рыночной экономике России" (одобрена Методологическим советом по бухгалтерскому учету при Минфине РФ, Президентским советом ИПБ РФ 29.12.2021).

2 Замула И.В., Липова А.Л. Бухгалтерский учет экологических обязательств потребителей // Международный бухгалтерский учет. 2020. - No 22. - С. 55-63.

3 Суслова Ю.А. Экологические платежи // Бухгалтерский учет. - 2014. - No 1. - С. 107-112. 4 Сапожникова Н.Г., Эльвия Бурхан Кхудхур Мохаммед Али. Информация об экологической деятельности в корпоративном учете и отчетности // Международный бухгалтерский учет. - 2021. - No 15. - С. 22-29.

Оценка экологических рисков на предприятиях нефтегазового комплекса

Долгополова О.Н., к.э.н.,
доцент кафедры техносферная безопасность (ondolgopolova@mail.ru)

Аннотация

Экологическая оценка риска - процесс, в результате которого оценивается вероятность проявления неблагоприятных экологических последствий, вызванных функционированием предприятия нефтегазового комплекса. Определению и оценке техногенной нагрузки от работающего промышленного объекта предшествует идентификация, оценка и прогнозирование негативного воздействия на окружающую среду в результате функционирования объекта, что представляет опасность для населения и окружающей среды.

Ключевые слова

Риск; управление риском; оценка риска: анализ риска, экологический риск; геоэкологические риски; эффективность, финансирование, нефтегазодобывающий комплекс; прогноз, загрязняющие вещества, буровые отходы, разведка и добыча, транспортировка нефти, аварии

Теория

С развитием нефтяной промышленности отмечается значительный урон окружающей среде, на начальных этапах развития отрасли, ведение производственной деятельности очень часто не рассматривало и не учитывало ущерб окружающей среде, что было связано с курсом исключительно на увеличение экономического эффекта.

Экологические проблемы становятся наиболее экономически значимыми и решать их становится сложнее год от года. Число предприятий нефтегазового сектора, уделяющих большое внимание достижению высоких производственных показателей, неуклонно увеличивается и это способствует разработке новых подходов по уменьшению степени тяжести экологических рисков. Одним из основных инструментов управления рисков, в данном случае, является оценка степени рисков, основанная на матрице рисков, с учетом того, что деятельность предприятий нефтегазовой отрасли направлена на безаварийную работу.

В нефтегазовой сфере наиболее широко применяются исследования, направленные на выявление важнейших рисков, изучение и оценка которых позволит обеспечить соответствие фактических показателей их плановым значениям с сохранением интересов нефтегазодобывающего предприятия. «Рископланирование» на нефтегазодобывающем предприятии — это управленческий процесс создания долгосрочного плана по добыче и реализации нефти и газа, что будет соответствовать целям и задачам предприятия и определит проявление потенциальных рисков на всех стадиях операционной деятельности.

Оценка экологических рисков и стоимостная оценка экологических ущербов неотделимы друг от друга. Чтобы рассчитать экологический ущерб стоимостном исчислении, необходимо предварительно оценить экологические риски. Проблема

вычисления экологических рисков весьма непроста для решения и нуждается в поиске специфических способов применительно к каждому конкретному объекту исследования.

В современных условиях невозможна оценка экономической эффективности освоения нефтегазовых ресурсов без учета экологических рисков и ущербов. На основании анализа эколого-экономической ситуации и существующих подходов к оценке и управлению экологическими рисками можно считать, что освоение нефтегазовых ресурсов не может вписаться только в региональные рамки. Решение проблемы должно основываться на системном программном подходе и комплексном управлении экологическими рисками, с обязательным дополнительным финансированием превентивных и корректирующих природоохранных и противоаварийных мероприятий, реализуемых предприятиями. Предприятия должны планировать процедуры экономической компенсации, с учетом оценки последствий воздействия экологического фактора.

Оценка экологических рисков при бурении скважин показывает, что данный вид деятельности сопровождается большим количеством выбросов: в атмосферу, в почву, водные объекты и т.д., кроме того, экологические риски остаются даже после прекращения добычи нефти или газа.

Бурение скважин начинается уже на этапе геолого-геофизических и практически все этапы операции разведки и добычи углеводородов сопровождаются сбросом жидких и твёрдых отходов в виде отработанных буровых растворов и шламов, представляющих собой выбуренные в скважине горные породы.

Принятие критичности достаточно близко к понятию риска и может использоваться при детальном количественном анализе риска аварий на предприятиях нефтегазового комплекса. Определение параметров критичности весьма полезно при обосновании приоритетов и выборе мероприятий по повышению безопасности, причем для разных целей анализа риска возможны разные пути установления параметров критичности. Организационная схема применения метода HAZOP представлена на рис.1.

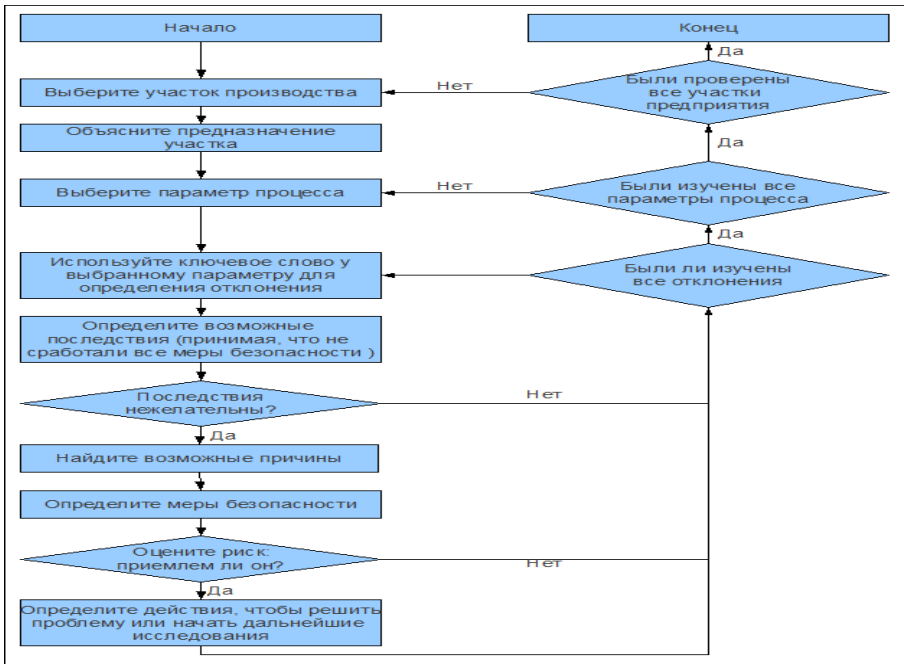


Рис.1. Организационная схема применения метода HAZOP

Существующая ситуация в нефтегазовом комплексе в отношении экологических проблем требует кардинальных изменений, в основе которых должно быть достаточное материально-финансовое обеспечение природоохранных мероприятий. Многие предприятия привлекают внешние и внутренние источники финансирования при формировании планов по реализации экологических проектов. Однако, финансирование природоохранных мероприятий за счет привлечения инвестиционных средств часто бесперспективно, так как инвестор заинтересован в получении конкретного дохода в определенный срок, а природоохранные мероприятия, как правило, очень затратные, трудоемкие и могут не иметь прямого экономического эффекта. Объемы бюджетных вливаний обычно не велики и предприятиям нефтяного комплекса приходится рассчитывать только на собственные возможности [1]. Вопросы экологии имеют достаточный вес при любом промышленном строительстве, как в добывающих, так и в промышленных отраслях. Учет этих факторов может значительно повысить безопасность деятельности нефтегазовых компаний в вопросах экологии [2].

Жидкие отходы содержат большое число токсичных примесей: тяжёлых металлов, глинистых взвесей, большую опасность представляют буровые растворы на нефтяной основе – шламы, пропитанные таким раствором, являются главными источником нефтяного загрязнения при буровых работах.

Пластовые воды, поступающие из скважин, отличаются не только высоким содержанием нефтяных углеводородов, тяжёлых металлов, но и аномально высокой минерализацией, превышающей соленость морской воды. В районе сброса пластовых вод может отмечаться нарушение гидрохимического режима, присутствие в их составе природных радионуклеотидов способствуют выпадению осадков при контакте с соленой водой и образуют локальные микроскопления. По мере эксплуатации месторождения нарастает и количество образовавшейся пластовой воды, которая должна подвергнуться очистке или закачивается обратно в естественные резервуары скважин без предварительной очистки. Локальное воздействие отходов одной эксплуатируемой скважины отмечается в радиусе 3–5 км.

Экологический ущерб для нефтяной отрасли выражается в снижении дебитов скважин, разливы нефти, рост изношенности оборудования и т.д. Экономический ущерб, связанный с деградацией окружающей среды, является стоимостным выражением всех негативных воздействий производственной деятельности на окружающую среду. Две последние категории можно рассматривать в совокупности с экологическими издержками производства, которые отражаются в финансовых затратах и расходуются как на восстановление причиненного ущерба, так и на его предотвращение в будущем, при этом одной из важнейших проблем экологического воздействия является минимизация экологического ущерба [3].

С целью оценки и минимизации ущерба производственно-экологические риски целесообразно рассматривать в совокупности их воздействия на экологическую обстановку: влияние на природную среду в целом и повышение техногенной нагрузки - пренебрежение техникой безопасности, ведущее к возникновению аварийных ситуаций и последующему загрязнению природной среды.

Современные технологии используют более технически сложные процессы, вследствие чего увеличивается и перечень источников риска. Таким образом, негативное влияние техногенных факторов проявляется в воздействии на природную среду, в

частности из-за повышения аварийности и менее тщательного контроля за соблюдением технологии [4].

Выводы

Подводя итог, необходимо отметить, что для разработки мероприятий по уменьшению рисков предприятиям нефтегазового комплекса необходимо проводить тщательный анализ и оценку рисков, в процессе которых выявляются неблагоприятные факторы. Для осуществления продуктивной оценки риска необходимо изучить преимущества и недостатки различных методов оценки, с последующей реализацией к разработке и внедрению наиболее оптимального.

При изучении влияния экологических рисков, следует учитывать специфичность конкретного региона, что обеспечит определение перечня наиболее проблемных факторов риска для конкретной территории.

Библиография

1. Мун Д.В. Концепция управления рисками и страхования в топливно-энергетическом комплексе // Управление риском. – 2004. – № 4. – С. 28–34.
2. Косякова И.В. Методологические основы формирования механизма экономического обеспечения экологической безопасности производственной деятельности промышленных предприятий: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Самара, 2007. – 40 с.
3. Лебедько Г.И., Кулындышева Ю.В., Лебедько А.Г. Нефть и газ СевероКавказской нефтегазоносной провинции (геолого-экономическая оценка): монография. – Ростов-на-Дону, Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ АПСН, 2008. – 213 с.
4. Туркин В.А., Чура Н.Н. Нормирование риска – шаг вперёд // Проблемы анализа риска. -2008. – Т. 5. – № 3. – С. 102–103.
5. Хасанова Г.Ф. Оценка эффекта синергии с помощью экономико-математических методов / Г.Ф. Хасанова // Интернет-журнал «Науковедение». 2017. –№3(28). С. 74.

Экологическая оценка степени загрязнения вод реки Паз (Мурманская область)

Дорош И.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), dorosh13@bk.ru),
Хлебосолова О.А. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), o.hlebosolova@mail.ru)

Аннотация

В работе представлены основные источники негативного воздействия на качество вод и водные и околоводные экосистемы реки Паз. Произведен расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) на основе данных по химическому составу проб, собранных автором в полевой сезон 2021 года.

Ключевые слова

Река Паз; поверхностные воды; индекс загрязненности вод; экологическое состояние.

Теория

Река Паз берет начало в озере Инари (Финляндия), протекает по территории трех государств: Финляндии, России и Норвегии и впадает в Варангер-фьорд (Баренцево море). По фарватеру реки проходит государственная граница России и Норвегии. Длина реки 147 км, она является крупнейшей рекой Северной Фенноскандии [1].

Основными источниками, оказывающими негативное воздействие на качество вод и экосистемы реки Паз, являются каскад Пазских ГЭС, бытовые сточные воды ПГТ Никель, стоки горно-металлургического комплекса, а также небольшие населенные пункты, расположенные на берегах озера Инари и реки Паз.

Водосток реки регулируется каскадом Пазских ГЭС, которая включает семь гидроэлектростанций, в том из них пять российских (Кайтакоски, Янискоски, Раякоски, Хевоскоски и Борисоглебская ГЭС) и две норвежские (Скогфосс и Мелкефосс) [1].

Бытовые сточные воды и стоки горно-металлургического комбината «Кольская ГМК» сбрасываются в реку Колосйоки, которая впадет в озеро Куэтсъярви, связанное протокой с озером Сальмиярви, являющимся частью озерно-речной системы реки Паз [2,3].

Для оценки степени загрязненности вод был рассчитан индекс загрязнения воды (ИЗВ). ИЗВ – условный комплексный показатель качества воды, учитывающий наиболее распространенные загрязняющие вещества. ИЗВ характеризует общесанитарное состояние воды водного объекта (его кислородный режим и баланс биогенных веществ), а также наличие вредных химических веществ. ИЗВ для поверхностных вод суши рассчитывается на основе шести основных загрязнителей (при учете класса опасности вещества, его концентрации и превышения предельно допустимой концентрации) [4].

Данные собраны во время прохождения производственной практики в Государственном природном заповеднике «Пасвик» в июле-сентябре 2021 года, а также по материалам Центра мониторинга окружающей среды ФГБУ «Мурманское УГМС».

Выводы

Расчет индекса загрязнения вод (ИЗВ) производился для данных, полученных на семи точках отбора проб (табл.1):

Фоновый створ на реке Паз расположен выше плотины Кайтакоски ГЭС и использовался в качестве фонового, степень загрязнения характеризуется как «чистая», а замыкающий ниже плотины Борисоглебская ГЭС, степень загрязнения вод характеризуется, как «умеренно загрязненная».

В качестве фонового створа на реке Колосйоки были взяты пробы 14,7 км выше устья, степень загрязнения характеризуется как «умеренно загрязненная». Степень загрязнения реки в створе расположенном 0,6 км выше устья характеризуется, как «грязная», среднегодовое содержание никеля и меди составило 55 ПДК по никелю и 28 ПДК по меди [5].

Река Колосйоки впадает в озеро Куэтсъярви, связанное протокой с озером Сальмиярви. Степень загрязнения вод в протоке, соединяющей озера, характеризуется как «загрязненная», а в озере Сальмиярви как «умеренно загрязенная»

Таблица 1. *Оценка степени загрязненности на участках отбора проб.*

Место отбора проб	ИЗВ	Степень загрязнения	Основные загрязняющие вещества
р. Колосйоки (14,7 км выше устья)	1,68	Умеренно загрязненная	Медь,цинк, никель, марганец, железо, дитиофосфат крезиловый
р. Колосйоки (0,6 км выше устья)	5,32	Грязная	
Оз. Куэтсъярви	3,09	Загрязненная	
Протока без названия	2,77	Загрязненная	
Оз. Сальмиярви	1,73	Умеренно загрязненная	
р.Паз (Борисоглебская ГЭС)	1,89	Умеренно загрязненная	
р.Паз (ГЭС Кайтакоски)	0,56	Чистая	Сульфаты, азот нитритный, медь, цинк, никель, марганец

Основными загрязняющими веществами во всех створах, кроме фонового выше Кайтакоски ГЭС являются медь, цинк, никель, марганец и железо (табл.1), что говорит о воздействии горно-металлургического комплекса. Наибольшее влияние на качество вод в реке Паз оказывает сток реки Колосйоки, впадающей в озеро Куэтсъярви, связанное протокой с озерно-речной системой реки Паз. В пробах воды фонового створа основными загрязняющими веществами являются сульфаты и азот нитритный, что говорит о влиянии сельскохозяйственной деятельности в финских населенных пунктах, расположенных по берегам озера Инари и у истока реки Паз.

Библиография

1. Ларькова М.С., Хлебосолова О.А. Этапы освоения бассейна реки Паз во взаимосвязи с типами природопользования (от древних времен до начала XX века) // Вестник МГОУ, серия «Естественные науки», №1, 2012, с. 102-108.
2. Ларькова М.С., Хлебосолова О.А. Современное состояние ландшафтов в зоне влияния промышленных площадок «Никель» и «Заполярный» Кольской ГМК // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». - 2013. - № 3. - М.: Изд-во МГОУ. - с. 136-141.
3. Кольская горно-металлургическая компания (промышленные площадки «Никель» и «Заполярный»): влияние на наземные экосистемы / Под общ. ред. О.А. Хлебосоловой. – Рязань: НП «Голос губернии», 2012. – 92 с.
4. Зубарев В.А. Гидрохимические индексы оценки качества поверхностных вод // Региональные проблемы. 2014. №2.
5. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2020 году / Министерство природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области, Мурманск, 2021 г., 199 с.

Эффективное и безопасное освоение нефтяных месторождений Нигерии – основа экологической стабильности в регионе

Ибех Н.У.* (РУДН, udosulibe1@gmail.com)

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные экономические и геологические аспекты нефтеразработки в Нигерии, также уделяется внимание экологическим проблемам, причиной возникновения которых является разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Рассмотрены примеры применения различных методов проведения геодинамического мониторинга при освоении месторождений в дельте Нигера.

Ключевые слова

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

Теория

Месторождения нефти в Нигерии были впервые обнаружены в 1956 году в восточной части дельты Нигера. В последствии в этом же десятилетии началась активная разработка месторождений, в частности, к этому процессу были допущены иностранные компании, и, возможно, это сыграло большую роль в активном развитии индустрии: благодаря экономическим факторам, индустрия добычи нефти позволила Нигерии стать важным политическим и экономическим игроком африканского материка.

Тем не менее, в 70-х годах прошлого века государство смогло взять под свой контроль производство газа и нефти: в 1977 году была основана Нигерийская национальная нефтяная корпорация. (Nigerian National Petroleum Company, NNPC)─ государственная нефтегазовая компания Нигерии. Целью создания государственной корпорации была регуляция процессов добычи ресурсов и участие в нефтегазовом бизнесе. [3] Добыча нефти и газа ведётся на совместных предприятиях NNPC и различных мировых компаний, в том числе Royal Dutch Shell, Total Fina Elf, ExxonMobil и др, что позволяет развивать международное сотрудничество на благо страны. Также корпорация участвует в развитии инфраструктуры Нигерии: планируется финансирование строительства дорожной инфраструктуры. На 2019 год компания была лидером по объёму производства нефти в Африке, следовательно, можно утверждать, что Нигерия ─ это основной производитель нефти на континенте.

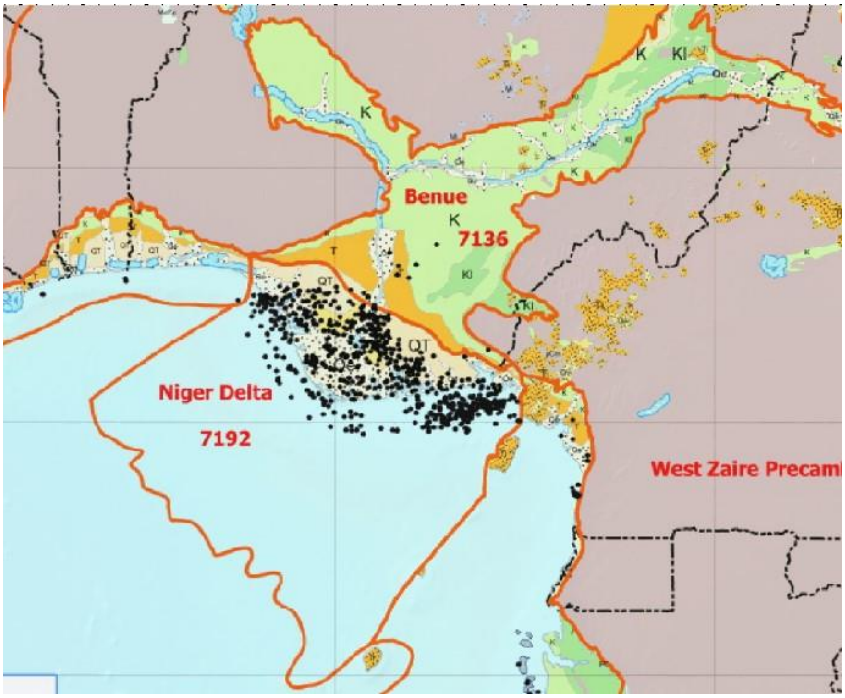


Рисунок 1. *Геологическая карта бассейна дельта Нигера и нефтяных месторождений региона в 2008 году.*

К началу XXI века в Нигерии насчитывалось не менее 159 нефтяных месторождений и чуть меньше полутора тысяч скважин, и их число продолжает расти, что видно на рисунке 1, где показаны нефтяные месторождения в бассейне дельты Нигера. На 2020 год насчитывалось 18 нефтепроводов, а средний суточный объем добычи измерялся 1,8 миллионами баррелей, что ставило Нигерию на 11 место в мире по объёмам производства нефти и газа. Следует отметить, что индустрия генерирует 9% ВВП Нигерии. [5]

Пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на нефтедобывающую промышленность страны. В 2020 году производство сократилось по причине уменьшения спроса. Низкий спрос в первой половине 2020 года вызвал резкое падение цен, так в апреле 2020 года средняя цена уменьшилась на 10% по сравнению с предыдущим месяцем. Тем не менее в 2021 наблюдался рост цен до NGN 160 (USD 0,38). Большая часть экспорта идёт в Европу и Азию, так, стоимость экспорта поставленной нефти во втором квартале 2021 года составила NGN 1,48 трлн. (USD 3,55 млрд.) и NGN 1,46 (USD 3,5 млрд.) соответственно. [5]

Марка нефти, впервые добытая в Нигерии в 50-е годы прошлого века, носит название Bonny Light, имеет плотность API 32.9 [6], классифицируется как лёгкая нефть. При этом сырая нефть этой марки имеет отличное качество по сравнению с аналогами, что позволяет получать высококачественные продукты переработки. Среди прочих характеристик Bonny light нужно отметить низкое содержание серы (от 0,14% до 0,16%) [6], следовательно, нефтеперерабатывающее оборудование менее подвержено коррозии, что позволяет в определённой мере уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Также в стране существуют месторождения средней нефти.

Одна из наиболее серьёзных проблем, пагубно влияющих как на жизнь людей, так и на экосистемы, это разливы нефти. Дельта Нигера — это крупный по площади регион (более 20 тыс. кв. км), именно здесь происходит основная нефтедобыча. Регион сформирован преимущественно перемещением русловых наносов, в нем представлены несколько экологических зон, в частности: барьерные острова, водно-болотные угодья, затопленные леса и низинные леса. Соответственно, можно утверждать, что этот регион отличается высочайшей биоразнообразием как флоры, так и фауны, так, например, в дельте Нигера самая развитая экосистема пресноводных рыб во всей Западной Африке. По оценкам специалистов существующее биоразнообразие находится под угрозой в том числе из-за активной нефтеразработки. Регион уже неоднократно подвергался опасности по причине многочисленных нефтеразливов, что сделало его одним из наиболее загрязненных районов Нигерии: только в период с 2007 по 2017 год было зафиксировано чуть менее 10 тысяч случаев. [6]

Нефтеразливы случаются по различным причинам: аварии на нефтепроводах, при нефтепереработке, перевозках, саботаж. Инфраструктура постепенно устаревает, а некоторые компании даже признавали изначально низкое качество конструкций, построенных в прошлом веке. Одним из факторов также можно считать недостаточное осторожное отношение к геодинамической безопасности.

Ситуация серьёзная, и необходимо действовать на опережение. Именно поэтому нефтедобывающие предприятия, ведущие игроки рынка, научное сообщество должны активно использовать как традиционные, так и новейшие методы геодинамического мониторинга для активного сбора информации по существующим и перспективным районам нефтедобычи. В настоящее время проводятся различные исследования: в 2017 году группа ученых провела исследование нескольких скважин при помощи программного комплекса для петрофизической интерпретации ГИС Interactive Petrophysics [1], а в 2020 году группа учёных исследовала восточные района бассейна дельты Нигера при помощи метода определения глубины температуры Кюри с использованием данных магниторазведки. [2]

Ещё одним вопросом, заслуживающим внимания исследователей, является проблема исследования факторов, которые влияют на развитие геодинамических процессов при разработке месторождений углеводородов в целом, а также характерных для региона дельты Нигера в частности. Это связано с тем, что протекание этих процессов может стать причиной быстрого снижения темпов добычи нефти, привести к аварийным ситуациям. Существуют исследования по отдельным резервуарам углеводородов обозначенного нами региона, например, исследование 2018 года [4] позволяет сделать выводы о том, что подвижности жидкостей на мелководном шельфе в регионе дельта Нигера, особенно вертикальному их потоку, способствуют различные геологические факторы: среда осаждения, свойства пород, латеральная непрерывность коллекторов, ограниченные и незначительные сланцевые барьеры в песке и др. К причинам возникновения этих факторов следует отнести появление сеть разломов и трещин вследствие изменения литостатического давления, геотермального напряжения, гидравлического давления или высокой плотностью бурения на месторождения. [4]

Выводы

Таким образом, регион дельта Нигера является перспективным с точки зрения исследования геодинамических процессов, а также разработки новых методик геодинамического мониторинга и совершенствования существующих технологий. В настоящее время ведутся исследования с использованием различных методик, что можно расценивать как благоприятную тенденцию. Тем не менее на данный момент система геодинамического мониторинга при разработке месторождений Нигерии нуждается в существенном усовершенствовании.

Библиография

1. Ebuka A. O., Akankpo A. O., Essien U. E. Estimation of reservoir potentials of two wells in Niger Delta Region, Nigeria //Journal of Geosciences and Geomatics. – 2017. – Т. 5. – С. 87-95.

2. Iduma U., Onyejiuwaka I. S., Nkiru N. C. Curie depth and heat flow analysis of Ikot Ekpene and environs, Eastern Niger Delta Basin, using airborne magnetic data.Nuhu MM, Rene ER, Ishaq A. Remediation of crude oil spill sites in Nigeria: Problems, technologies, and future prospects //Environmental Quality Management. – 2021.

3. Lovells H. Overview of the Nigerian Petroleum Industry Bill //Newsletter Article, September. – 2012.

4. Momta P. S. Geologic Characteristics and Production Response of the N5. 2 Reservoir, Shallow Offshore Niger Delta, Nigeria //Sedimentary Processes-Examples from Asia, Turkey and Nigeria. – IntechOpen, 2019.

5. Nigeria: contribution oil sector to GDP 2018 // 2021 | Statista[сайт] – режим доступа: https://www.statista.com/statistics/1165865/contribution-of-oil-sector-to-gdp-in-nigeria/ свободный (дата обращения: 11.02.2022).

6. Shotonwa I. O., Giwa-Ajeniya A. O., Mekuleyi G. O. The physical and chemical components of Nigerian crude oil //The Political Ecology of Oil and Gas Activities in the Nigerian Aquatic Ecosystem. – Academic Press, 2018. – С. 33-46.

Полуостров Нуолайнниеми как перспективный объект посещения в рамках учебной геоэкологической практики

Казаков А.В. (ФБГУН Минмузей РАН, geology07@yandex.ru)*

Аннотация

Северное Приладожье на протяжении многих десятилетий привлекает геологов и специалистов смежных областей благодаря насыщенности интереснейшими природными и техногенными объектами, хорошей транспортной доступностью и гостеприимными погодными условиями.

В условиях дистанционного обучения некоторым образом были ограничена возможность выезда на полевые практики. В работе представлена разработанная своеобразная виртуальная экскурсия для знакомства с наиболее яркими чертами полуострова.

Ключевые слова

Полевая учебная практика, минералогия, естественное восстановление экосистем.

Теория

Поблизости от садового товарищества «Черёмушки» Питкярантского городского поселения, находятся старое заброшенное месторождение Нуолайнниеми, где во второй половине XIX и в первой половине XX века разрабатывались кварц-полевошпатовые пегматиты. Кроме самого месторождения интерес представляет дорога, по которой добытый материал везли к берегу Ладоги, а также место, где осуществлялась погрузка этого материала на транспортные суда. Северо-восточнее места погрузки на берегу расположены великолепные выходы кристаллических сланцев и очень уютный галечный пляж (рис.1).

Разработка кварц-полевошпатовых пегматитов на полуострове Нуолайнниеми началась в далекие 1860-е годы и продолжалась до 20-х годов прошлого века. Высокое качество материала обусловило интерес к керамическому сырью со стороны столичных промышленников. В подтверждение этого факта известнейший исследователь Ладожского озера – генерал-лейтенант, гидрограф Александр Петрович Андреев в 1875 году написал об этом геологическом объекте следующие строки: «Полевой шпат находится к северу от Питкярандо, на мысе Налганиеми, близ д. Койриноя. Залежь его в красном граните… Шпат рвется порохом, доставка его нетрудна. Его вывозится из Финляндии до 640 т в год и идет он на фарфоровую глину в Петербургских заводах, много также – в Москву…» [3]. Старинные названия читаются несколько непривычно, но несложно установить соответствие с современными топонимами: Питкярандо – Питкяранта, Налганиеми – Нуолайнниеми.

В результате более чем полувековой разработки пегматитовых жил был образован невообразимо эффектный витиеватый «каньон», общей протяженностью до 150 метров, шириной от первых метров до 15 метров, а максимальной глубиной более 35 метров.

Помимо внушительной открытой горной выработки, на месторождении были пройдены две штольни. В настоящее время горные выработки затоплены метеорными водами.

Рисунок 1. *Комплекс объектов геологического туризма в окрестностях садового товарищества «Черёмушки».*

Месторождение расположено в пределах Питкярантского пегматитового поля. Керамические пегматиты этого объекта обычно имеют довольно прямолинейные очертания, обладают зональным строением. Вмещающими породами являются гранито-гнейсы. Здесь разрабатывались крупные (первые сотни метров по протяженности и десятки метров по мощности) жилы, богатые крупными сплошными выделениями розовато-красного полевого шпата. В строении жил отмечаются участки с эталонной графической структурой кварц-полевошпатовых агрегатов. Среди распространенных минералов местных пегматитов, довольно привлекателен биотит, который встречается в виде крупных пластинчатых кристаллов и незакономерных сростков [2].

Для минералогов и коллекционеров пегматиты Нуолайнниеми интересны относительно высоким содержанием довольно редких минералов (монацит, ортит, ксенотим, циртолит, обручевит (иттропирохлор), колумбит, лоранскит-(Y)), которые обычно образуют мелкие и разрозненные выделения. Рекомендуемым местом поиска этих редкостей являются зоны, приуроченные к пластинчатым выделениям биотита, а также краевые части жил [1]. Искомые минералы обычно обладают бурым, черным или желтым цветом, имеют смолистый или полуметаллический блеск и узнаваемый раковистый излом. Некоторые минералы весьма радиоактивны, местами показания дозиметра-радиометра на бортах выработки дают значения в сотню мкР/ч, а отдельные зерна «фонят» до полутора тысяч мкР/ч и более.

Самой желанной находкой из пегматитов Нуолайнниеми можно считать обручевит, ведь именно здесь (а также из пегматитов Алакуртти в 1945 году) был отобран материал, на основе которого Антоном Петровичем Калитой более 60 лет назад детально описана гидратированная урано-иттриевая разновидность пирохлора, названая в честь талантливого русского геолога Владимира Афанасьевича Обручева [3]. Здесь же стоит отметить заслугу американского минералога Д. Хогарта, который в 1977 году ввёл термин «иттропирохлор», для изученного Калитой вещества. В пегматитах Нуолайнниеми обручевит встречается в виде коричневых выделений в розовато-красном микроклине в ассоциации с черным биотитом.

При посещении месторождения необходимо соблюдать все возможные меры безопасности, ведь сорваться в пропасть проще простого. Искать что-либо интересное в самой выработке не стоит, тем более что на достаточном для безопасной работы удалении от «каньона» находятся многочисленные и легкодоступные обнажения пегматитовых жил того же минерального состава, но меньших размеров. Обойдя по кругу выработку, можно выбрать удобное место отбора образцов, особенно хороши выходы коренных пород близ северо-западной оконечности этой циклопической траншеи.

После посещения месторождения у восточного края нижнего водоема найдите уходящую в лес дорогу, по ней можно без проблем ехать на внедорожнике. Путь по дороге по берега Ладоги составит около 300 метров, вас ждет небольшой подъем и спуск под сенью живописного хвойного леса. Сама дорога не так проста, как кажется, включите свои дозиметры и не торопясь «прочешите» дорогу, то тут, то там попадаются небольшие осколки радиоактивных минералов (рис. 2).

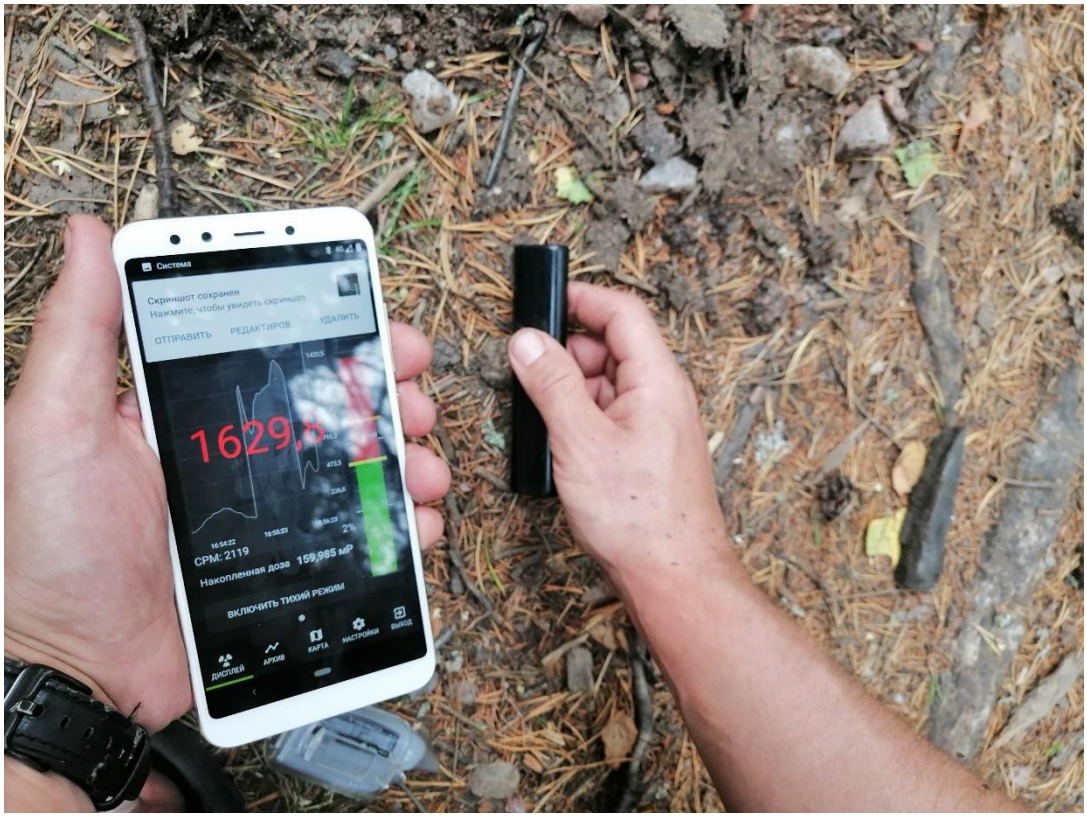


Рисунок 2. *Некоторые минералы весьма радиоактивны*

Спуск к Ладоге приводит к месту погрузки добытого материала на грузовые суда. Здесь можно собрать представительные образцы кускового кварца и полевого шпата.

Выйдя к озеру, посмотрите вдоль берега на северо-восток. Всего в 200 метрах от Вас раскинулся большой галечный пляж. Добраться до пляжа можно по узким, но удобным тропкам, змеящимся вдоль берега. Обратите внимание на гостеприимный чистый лес и относительно выровненный рельеф территории, примыкающей к пляжу, здесь можно разбить крупный лагерь – места хватит на всех.

Не только пляжем интересна эта часть полуострова. Выйдя за границу пляжа, и продвигаясь ещё дальше в северо-восточном направлении наблюдаются превосходные выходы кристаллических сланцев, иссеченных кварцевыми жилами и прожилками. В сланцах отмечаются крупные (размером с лесной, а иногда и с грецкий орех) порфиробласты буровато-красного граната.

Выводы

Интересных для геологов и специалистов смежных областей природных и техногенных объектов в Северное Приладожье много. Но особый комплексный интерес именно для геоэкологов может вызвать полуостров Нуолайнниеми, ведь именно здесь находятся давно заброшенные горные выработки, имеющие богатую историю, прекрасные доступные и безопасные обнажения, а еще, геологические условия сложились так удачно, что некогда разрабатывавшиеся пегматитовые жилы имеют довольно высокое содержание редкоземельных минералов, порой богатых ураном и

торием. Эти обстоятельства позволяют использовать небольшую площадь для всевозможных направлений учебной практики, начиная от описания обнажений, заканчивая дозиметрией, не говоря уже о прекрасных примерах естественного восстановления экосистем на месте нерекультивированных горных выработок.

Библиография

1. Борисов И. В. Пегматитовые рудники района Нуолайнниеми - Хунттила. Материалы X межрегиональной научно-краеведческой конференции «Геологическое и горно-индустриальное наследие Карелии в образовании, музейном деле и туризме», Сортавала, 2017.
2. Булах А. Г., Франк-Каменецкий В.А. Геологическая экскурсия в окрестностях Питкяранты, 1961
3. Калита А. П. Редкоземельные пегматиты Алакуртти и Приладожья, 1961

Опасные природно-техногенные объекты и системы Урала

(выявление, регистрация и учет)

Киндлер А.А.* (ФГБУ «Гидроспецгеология» Уральский региональный центр ГМСН, Kindler@gmsn-ural.ru), Худяков А.А. (ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет», aakhud@gmail.com), Зырянова Е.С. (ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет», zes@gmsn-ural.ru)

Аннотация

В статье обосновывается необходимость использования уточненной понятийной базы “опасные геологические объекты” применительно к горнопромышленным участкам недостаточной степени рекультивации, целесообразность выделения опасных природно-техногенных объектов и систем с целью их выявления, регистрации и учета в системе мониторинга состояния недр разного уровня. В качестве примеров рассматриваются некоторые объекты Дегтярской и Копейской геологических систем.

Ключевые слова

Опасные геологические объекты и системы, мониторинг, Урал.

Теория

В понятии “геологическая опасность” – понимается процесс, свойство или состояние определенных частей литосферы, гидросферы (или иных оболочек Земли), которое представляет угрозу для людей (социальный риск), объектов экономики (физический или экономический риски) и окружающей среде (экологический риск) [5].

Для литосферы (гидросферы) опасность, может быть проявлена посредством опасных экзогенные геологических процессов (ЭГП). Опасные ЭГП, их активность и общий перечень, для различных условий (природных и техногенных) имеет существенные отличия [4]. По направленности возникновения опасности можно выделить 4 характерных вида опасности: природную, техногенную и их варианты взаимодействия соответственно природно-техногенная и техноприродная. Носителями любого вида опасности являются материальные объекты, называемые соответственно своей природе опасными природными (техногенными и т.д.) объектами [5].

Подработанные территории (отработанные и затопленные карьеры, шахты и т.д.) по совокупности геологических опасностей и рисков территории рассматриваются как участки постэксплуатации, охваченные техногенезом горнопромышленного профиля [2]. В случае постэксплуатационных участков основным отличием техноприродной опасности от природно-техногенной является направление воздействия. В первом случае происходит воздействие техногенных источников на окружающую природную среду (ландшафты, подземные и поверхностные воды и т.п.), соответственно, в данном случае источником техноприродной геологической опасности является сам рудник – сформированные открытые и подземные горные выработки, отвалы и др. В случае природно-техногенной опасности природный источник оказывает влияние на

техногенный объект [5], соответственно, природно-техногенные процессы протекают под воздействием природных факторов, в геологических условиях, нарушенных горнорудным техногенезом (таблица 1).

Как видно из таблицы, в естественных условиях (либо приближенным к ним) характерно, что ведущими факторами воздействия являются природные силы, так как техногенное вмешательство отсутствует, либо является незначительным. Активная стадия техногенеза характеризуется отработкой месторождения и в результате чего геологические условия уже нарушены, а ведущим фактором является техногенное (горное) воздействие. После окончания работы техногенного объекта происходит смена направленности воздействия на окружающую среду, и ведущим фактором становится в первую очередь природное воздействие, а протекающие процессы обретают новый характер, не свойственный ни природным, ни техногенным объектам [1, 2].

Таблица 1. Распределение геологических объектов и систем на территории, подвергшейся техногенному воздействию горнопромышленного профиля

Виды опасных геологических объектов и систем	**Тип геологических условий**	**Ведущие факторы воздействия**
Природные	Природные	Природные
Техногенные	Природно-техногенные	Техногенные
Природно-техногенные	Природно-техногенные	Природные

Под опасным природно-техногенным геологическим объектом (ОПТГО) можно принять территориально обособленный объект или участок литосферы, подвергшийся техногенному воздействию, вследствие которого стала возможна активизация опасных природно-техногенных процессов, обусловливающих возникновение потенциальной или реальной угрозы здоровью населения и окружающей природной среде. В случаях, когда зона техногенеза значительно превышает единичную выработку по площади опасного воздействия, то такой участок ближе по восприятию не к геологическому объекту, а к геологической системе (ОПТГС).

В таблице 2 и на рисунке выборочно представлены ОПТГО на территории Среднего и Южного Урала. Выявление опасных природно-техногенных объектов осуществляется на основе анализа фондовых материалов, данных дистанционного зондирования и полевого инженерно-геологического обследования территории.

Регистрация осуществляется составлением актов обследования, паспортов и реестров выявленных ОПТГО и ОПТГС. По результатам выполненного инженерно-геологического обследования и камеральной обработки данных составляются рекомендации для дальнейшего мониторинга ОПТГО и ОПТГС.

Учет выявленных ОПТГО и ОПТГС – неотъемлемая часть оценки состояния территории. При ведении мониторинга одной из основных функций является информационная поддержка: требуется знание характеристик изучаемого объекта и хранение полученных данных в виде многолетних рядов накопленной информации, сформированных в формате реляционной базы данных [3].

Таблица 1 – Наиболее опасные природно-техногенные геологические объекты природно-техногенных систем на территории Урала

Наименование ОПТГС и площадь демпферной зоны	Наименование объекта	Виды процессы	Оцениваемые параметры	Методы фиксации процессов
Дегтярская (5,5 км^2)	Карьер №2 («Колчеданный»)	Химическое загрязнение почв, донных отложений и поверхностных вод	Гидрохимическое состояние почв, донных отложений и поверхностных вод; динамика и площадь гидрогеохимической миграции	Полевое обследование, замеры Eh, pH, температуры; лабораторные анализы химического состава поверхностных вод, донных отложений и почв
	Подземный рудник	Перераспределение напряженно-деформационного состояния массивов горных пород (оседание и обрушение поверхности над горными выработками)	Линейные размеры процесса (длина, ширина, глубина, площадь, объем); динамика и факторы развития процесса; пораженность и активность процесса	Полевое инженерно-геологическое обследование; нивелирование и тахеометрическая съемка; анализ данных дистанционного зондирования на основе космоснимков (спутниковой интерферометрии) и аэрофотоснимков с беспилотных летательных аппаратов; изучение физико-механических свойств грунтов; полевые геофизические исследования
		Химическое загрязнение кислыми шахтными водами	Гидрохимическое состояние поверхностных и подземных вод; динамика и площадь гидрогеохимической миграции	Лабораторные анализы химического состава подземных вод

Копейская (8,0 км^2)	Отработанный угольный разрез «Копейский»	Овражная эрозия и оползневой процесс	Линейные размеры процесса (длина, ширина, глубина, площадь, объем); динамика и факторы развития процесса; пораженность и активность процесса	Полевое инженерно-геологическое обследование; топогеодезические измерения смещения реперов; анализ данных дистанционного зондирования на основе космоснимков (спутниковой интерферометрии) и аэрофотоснимков с беспилотных летательных аппаратов
	Отвалы вскрышных пород разреза	Химическое загрязнение поверхностных и подземных вод	Гидрохимическое состояние поверхностных и подземных вод; распространение и динамика загрязнения поверхностных и подземных вод	Полевое обследование; полевые замеры Eh, pH, температуры; лабораторные анализы химического состава поверхностных и подземных вод
		Струйчатая эрозия	Линейные размеры процесса (длина, ширина, глубина, площадь, объем); динамика развития процесса	Полевое инженерно-геологическое обследование с документацией проявлений; анализ данных дистанционного зондирования на основе аэрофотоснимков с беспилотных летательных аппаратов

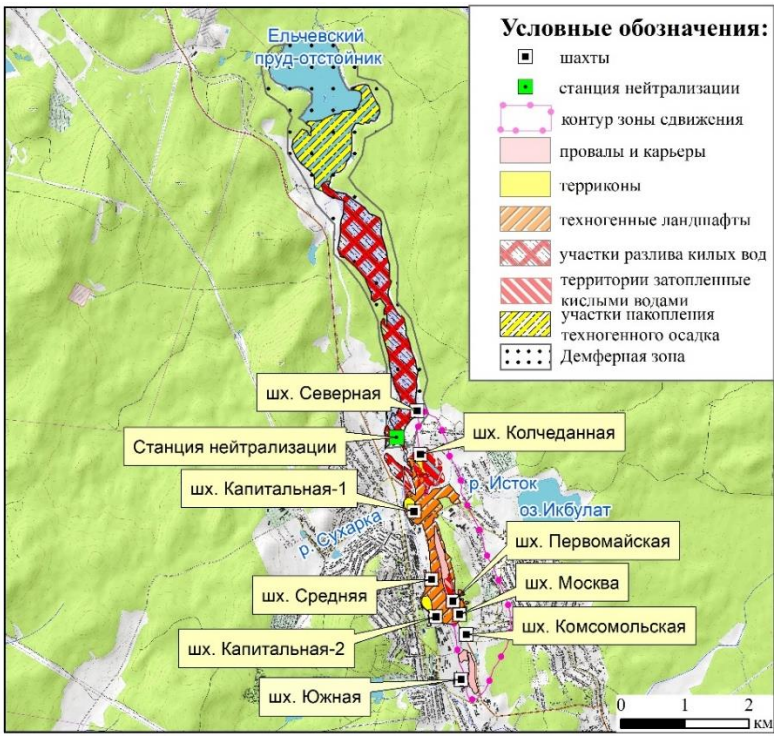


Рисунок 1 ОПТГО в пределах Дегтярской зоны техногенеза

Выводы

Отдельные законсервированные рудники Урала представляют собой ОПТГО и ОПТГС, отличающиеся от техногенных - ведущей ролью природных факторов воздействия, а от природных - сформированными природно-техногенными геологическими условиями. Комплекс опасных природно-техногенных процессов, в частности, скорости их протекания, существенно отличаются от природных и техногенных аналогов и требуют отдельного учета и изучения. Поэтому для обеспечения геоэкологического прогнозирования необходимо выявление ОПТГО, их регистрация и учет на основе реляционных баз данных [3], где вся получаемая информация об опасном природно-техногенном объекте (системе) представлена в систематизированном виде, удобном для поисковых запросов или последующего вывода информации. Границы ОПТГС, в которых целесообразно вести обычно комплексные наблюдения по программам исследования, требуют дополнительного обоснования.

Библиография

1. Грязнов О.Н. Инженерно-геологические условия Урала // Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2017. 240 с.
2. Елохина С.Н. Горнорудный техногенез постэксплуатационной стадии на территории Урала // Екатеринбург: «Литосфера». 2013. № 5. с. 151-164.
3. Елохина С.Н., Киндлер А.А. Учет как управление геологическими опасностями на отработанных горных выработках (на примере Урала) // Екатеринбург: Известия ВУЗов «Горный журнал». 2016. N 4, с 51-57

4. Осипова В.И., Шойгу С.К. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности // Москва. 2002. 348 с.

5. Рогозин А.Л. Природные опасности России. Том 6 Оценка и управление природными рисками // - М.: Издательская фирма «КРУК». 2003. 320 с.

Карантин в связи с коронавирусом: положительное и отрицательное влияние на экологическую ситуацию в мире

Коваль А.Д.* (МГРИ, gelya.koval.2014@mail.ru)

Аннотация

В настоящее время мир все сильнее меняется из-за ситуации с новой коронавирусной инфекцией. Она затронула не только население Земли, но и некоторые компоненты окружающей природной среды. Важность изучения этой проблемы стала появляться в декабре 2019 года, когда в городе Ухань, провинции Хубей (Китай) был выявлен новый патоген, вызывающий пневмонию и дальнейшие летальные исходы.

Проблема биологического загрязнения, то есть привнесение в экосистемы нехарактерных для них видов живых организмов (таких как бактерии, вирусы и другие) в результате антропогенного воздействия, ведет к развитию множества болезней и способна уничтожить многие живые организмы. Однако сейчас, на первый взгляд, ситуация может сильно измениться.

Ключевые слова

Коронавирус, инфекция, экология, загрязнение, отходы, дикая природа

Теория

Коронавирусы (Coronaviridae) – это крупное семейство РНК-содержащих вирусов, способных инфицировать человека и некоторых животных. В 2019 году появился коронавирус SARS-CoV-2, первоначальный источник инфекции не был установлен. Первые случаи заболевания могли быть связаны с посещением рынка морепродуктов в г. Ухань (провинция Хубэй, КНР). В настоящее время основным источником инфекции является больной человек, в том числе находящийся в инкубационном периоде заболевания.

Коронавирус SARS-CoV-2 – представляет собой одноцепочечный РНК-содержащий вирус, относится к линии Beta-CoV B семейства Coronaviridae, II группа патогенности (как SARS-CoV и MERS-CoV). Входные ворота возбудителя – эпителий верхних дыхательных путей и эпителиоциты желудка и кишечника. Иммунитет при инфекциях, вызванных другими представителями семейства коронавирусов, не стойкий и возможно повторное заражение. Учеными из разных стран был проанализирован геном коронавирусной инфекции. Они подтверждают тот факт, что вирус с огромной долей вероятности имеет природное происхождение [4].

В результате столь быстрого распространения новой коронавирусной инфекции Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила 11 марта 2019 года начало пандемии – то есть сильной эпидемии, характеризуемая быстрым распространением инфекционного заболевания по всему миру. После этого решения большинство стран начали закрывать свои границы и прерывать все авиасообщения. Начал вводиться режим чрезвычайного положения.

Введение строгих мер в связи с коронавирусом, таких как карантин, самоизоляция, закрытие промышленных производств, прекращение авиасообщений, начали оказывать положительную динамику влияния на окружающую природную среду. В Китае, который считается лидером по объему парниковых газов, произошло резкое сокращение на 25% выбросов и потребляемой энергии в течение 2 недель после начала пандемии (рисунок 1). Это произошло вследствие снижения промышленного производства, использования автотранспорта и потребления электроэнергии. В начале 2020 года рост выбросов сократился на 1% **[6]**.

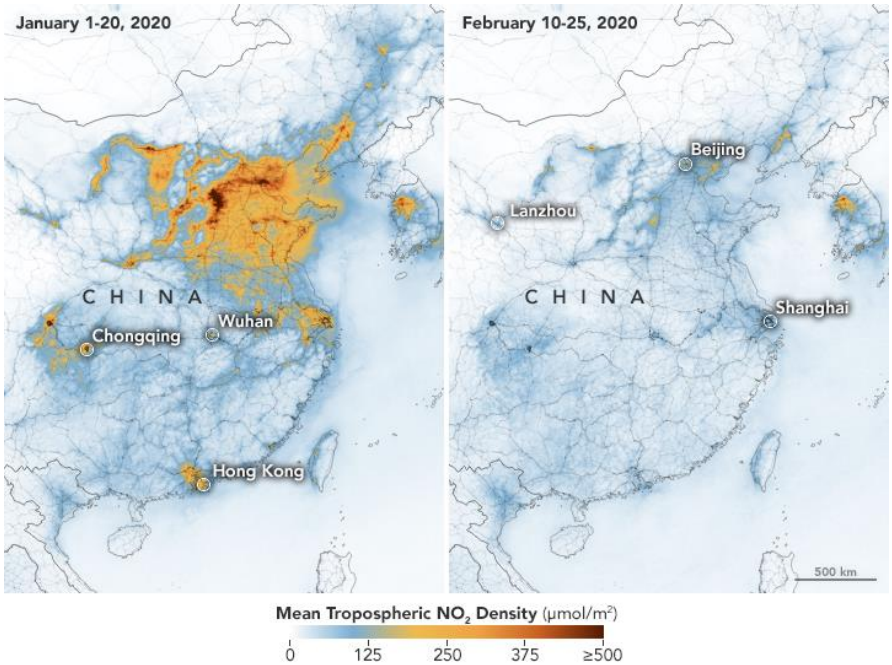


Рисунок 1. Падение уровня выбросов диоксида азота над Китаем [3]

С начала пандемии коронавируса многие предприятия по переработке мусорных отходов закрываются, чтобы защитить своих работников от заражения. Поэтому то, что перерабатывалось до коронавируса, сейчас не перерабатывается вообще. В это же время, количество потребляемого пластика растет с огромной силой.

Очень важным аспектом являются медицинские отходы. В разгар пандемии в Вухане каждый день каждый день производили около 2000 тонн медицинских отходов (для сравнения, в обычное время около 50). Во всем мире постоянно увеличивается количество одноразовых перчаток, масок. По рекомендации, их нужно менять каждые несколько часов, а носят их сейчас практически все работники и обычные люди. Медицинские маски состоят из нетканого полимерного материала, поэтому их нельзя отправить на переработку. Как выход, можно использовать тканевые маски с их ежедневной стиркой [2].

Локдаун коронавируса привел к сокращению на работе большое количество людей, что усилило проблему безработицы. Самый высокий уровень безработицы наблюдается В США в апреле 2020 года, самый низкий – в Германии (рисунок 2). Во время начала карантина начался небольшой продовольственный кризис, так как общество не

понимало, как нужно действовать в подобных ситуациях и скупали огромное количество товаров.

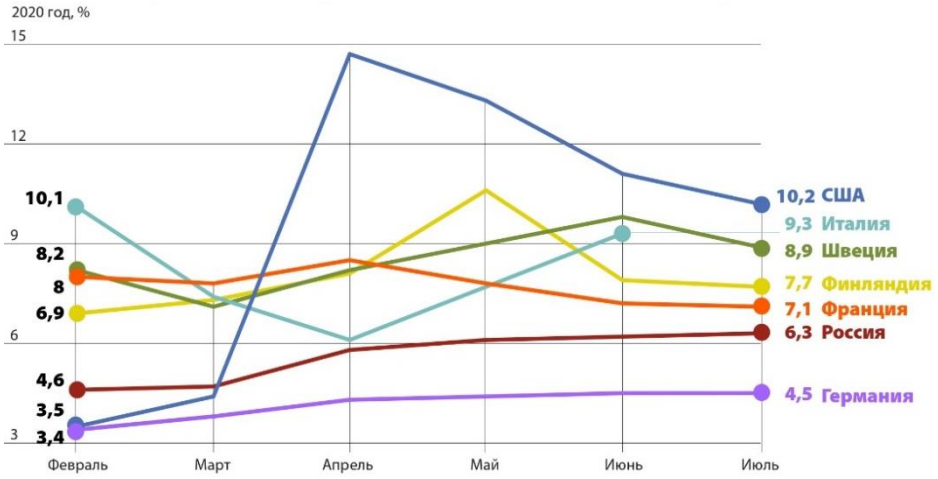


Рисунок 2. Уровень безработицы в отдельных странах [5]

Развитие эпидемии сильно сказывается на рост угрозы для дикой природы, а также на национальные парки в развивающихся странах. Основную часть их доходов приносил экотуризм, однако сейчас он практически прекратился. Местное население при потере работы может пойти на нелегальный доход – браконьерство. Исследователи полагают, что человеческое вмешательство в дикую природу, сокращение биоразнообразия и разрушение природных ареалов приводит к вспышкам новых вирусов. То есть, патогены переходят от животных к человеку и быстро распространяется, как это было в случае вируса атипичной пневмонии COVID-19. Также это связано с огромными рынками диких животных в странах Азии и Африки, которые чаще всего работают полулегально и без соблюдения санитарных норм [1].

Однако благодаря приостановке производства и сокращению потоков автотранспорта и авиасообщений дикие животные могут почувствовать себя лучше. К примеру, у морских черепах появилась возможность откладывать яйца на обычно многолюдных пляжах, киты могут беспрепятственно общаться друг с другом, так как количество морских перевозок сильно уменьшилось, а это значит, что стало меньше шума от судов, который мешал им раньше.

Выводы

За все время существования человечества на Земле появлялось очень много вирусов и инфекций. Они распространялись по всему миру, являлись следствием гибели людей. Поэтому появление коронавируса не является чем-то необычным и новым. Он появился в декабре 2019 года в городе Ухань (Китай) и распространился по всему миру, получив статус пандемии. На текущий момент количество летальных исходов достигает около 5 млн человек.

В связи с новой коронавирусной инфекцией был объявлен карантин во многих странах, что подразумевает под собой закрытие границ, общественных мест, ограниченное передвижение по улице, отслеживание количества заболевших и введение

домашнего карантина, постоянная работа медицинских учреждений, переход на дистанционный формат обучения и работы и др.

Произошло сильное снижение промышленных выбросов в атмосферу из-за закрытия многих производств. Такие тенденции можно заметить в Китае, Южной Карее, Франции, Италии и других странах. Но из-за экономических потрясений при стабилизации ситуации с коронавирусом экологические технологии будут на время забыты для восстановления производств на прежний уровень.

Проблема пластиковых отходов стала еще более актуальна. Вследствие ограничений передвижения и для защиты от заражения люди используют доставки продуктов и одноразовые средства защиты.

Проблема продовольствия возникла из-за закрытия границ многих государств, что приводит к нехватке рабочей силы на местных производствах.

Таким образом, текущая ситуация с коронавирусом и экологией очень актуальна в настоящее время. Каждое государство должно иметь готовую программу для случаев возникновения пандемий и эпидемий, благодаря которым мы сможем без проблем преодолевать кризисы во многих сферах.

Благодарности

Особую благодарность хочу выразить научному руководителю Савушкиной Екатерине Юрьевне, старшему преподавателю кафедры Экологии и природопользования за помощь в подготовке и написании данной статьи, а также за значимые советы и замечания.

Библиография

1. Влияние коронавируса [Электронный ресурс]: материал с сайта 34travel.me. – Режим доступа: https://34travel.me/post/covid-environmnent, (дата обращения: 05.11.2021);
2. Влияние коронавируса на экологию [Электронный ресурс]: материал с сайта vyvoz.org. – Режим доступа: https://vyvoz.org/blog/koronavirus-i-ekologiya/#Нефть-дешевеет-пластиковые-отходы-увеличиваются, (дата обращения: 04.11.2021);
3. Качество воздуха [Электронный ресурс]: материал с сайта ru.wikipedia.org. – Режим доступа: https://news.myseldon.com/ru/news/index/227998416, (дата обращения: 16.10.2021);
4. Коронавирус SARS-CoV-2 [Электронный ресурс]: материал с сайта ru.wikipedia.org. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2, (дата обращения: 08.10.2021);
5. Уровень безработицы в отдельных странах [Электронный ресурс]: материал с сайта www.hse.ru. – Режим доступа: https://www.hse.ru/news/expertise/394463153.html, (дата обращения: 17.11.2021).
6. Эпидемия COVID-19 [Электронный ресурс]: материал с сайта ru.wikipedia.org. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия_COVID-19#Распространение_по_миру, (дата обращения: 16.10.2021);

Оценка геологических факторов в связи с обеспечением безопасности территорий атомных станций

Коробова И.В.* (ИГЭ РАН, irakorv@mail.ru), Макеева Е.А. (ИГЭ РАН, leda40@mail.ru), Макеев В.М. (ИГЭ РАН, vmakeev@mail.ru)

Аннотация

В статье рассматривается влияние геологической среды на устойчивость территорий атомных станций. Были исследованы геологические и структурно-геодинамические условия размещения нескольких атомных станций, находящихся на Восточно-Европейской платформе. В ходе исследований установлено, что основными причинами осадок и кренов зданий и сооружений АЭС, являются не активные разломы, а интенсивные эндогенные и экзогенные процессы, литология, современные структурно-геодинамические условия и техногенные факторы. В статье затронут ряд проблем, связанных с сопоставлением линеаментов с трещиноватостью пород и древними разломами кристаллического фундамента, а также с оценкой влияния последних на формирование новейших структур и выявлением новых платформенных структур – гравитационно-тектонических массивов и впадин подобных пулл-апартам.

Ключевые слова

Песчано-глинистые отложения, погребенный рельеф, суффозия, пулл-апарт, неотектоника, современная геодинамика.

Введение

В основу статьи положены результаты камеральных и полевых исследований [Макеева Е.А. 2022; Коробова И.В. 2021; Макарова и др., 2019; Макеев и др., 2019], проведенных в последние годы в районах и непосредственно на площадках проектируемых, строящихся и действующих атомных электростанций (далее АЭС): Нижегородской, Курской-1 и 2, Белорусской, Ростовской, Нововоронежской АЭС-2 и Балаковской АЭС. Все они находятся в пределах Восточно-Европейской платформы, что определяет специфику оценки геологического строения территорий. Исследования проводились в разных масштабах: региональном - на территории в радиусе 30-50 км от площадки АЭС, и детальном - в радиусе 3-5 км, включающим площадку и ее окрестности.

Определение устойчивости сооружений АЭС

Для определения устойчивости сооружений АЭС были оценены следующие факторы и условия: литология отложений, структурно-геоморфологические условия, гидрогеологические условия и структурно-геодинамические условия.

1) Литология отложений (рис. 1). На исследуемых объектах распространены, с поверхности, в основном, лессовые породы, которые могут образовывать просадки при намокании. Песчаные отложения различного генезиса являются неоднородными по механическому и фациальному составу. Глины - палеоген-неогеновые на Ростовской АЭС (Ро АЭС), меловые на Курской АЭС (Кур АЭС) и Нововоронежской АЭС-2 (НВ

АЭС-2)- являются водоупором для подземных вод и вызывают обводнение нижних песчаных толщ, залегающих на глинах. Карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели, мел) или сульфатные (гипсы, ангидриты) обычно трещиноватые, разрушенные, закарстованные и с корой выветривания. В разрезе отложений, например, НВ АЭС-2 верхнедевонские известняки перекрыты нижнемеловыми глинами, а на Ниж АЭС на нижнепермских гипсах залегают четвертичные отложения. Местами глинистая покрышка отсутствует, и с карбонатами или сульфатами соприкасаются пески (НВ АЭС-2). В этих условиях трещиноватость и закарстованность пород ведет к суффозионной неустойчивости перекрывающих их песков и образованию на земной поверхности понижений, вплоть до воронок [Хоменко, 2003].

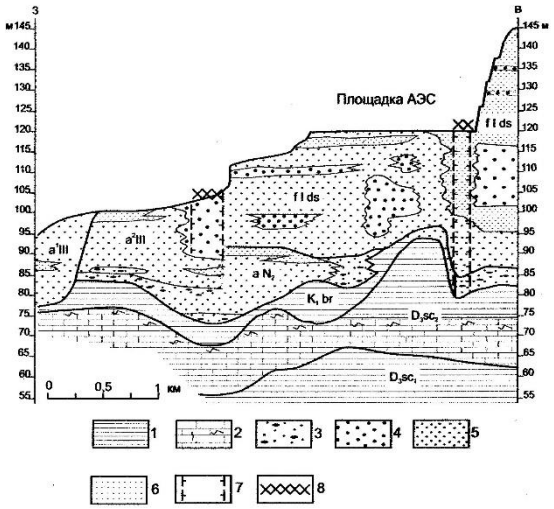


Рисунок 1. *Геологический разрез под площадкой НВ АЭС-2. 1 – глины нижне- и верхнещигровских подсвит среднего девона ($D_2 sc_1$ и $D_2 sc_2$) и барремского яруса нижнего мела (Kbr); 2 – известняки верхнещигровской подсвиты среднего девона (D_2 sc_2), нарушенные карстом; пески аллювия первой и второй террас Дона (a^1III и a^2III), плиоценовой кривоборской свиты (aN_2) и нижнеплейстоценовых флювиогляциальных отложений донского горизонта (fIds): 3 – с галькой и щебнем, 4 – крупнозернистые, 5 – среднезернистые, 6 – мелкозернистые; 7 – предполагаемые русла, приуроченные к трещинам 8 – участки возможной инфильтрации поверхностных вод*

2) Структурно-геоморфологические условия. Большая часть площадок АЭС в структурном отношении расположена в новейших прогибах, реже на поднятиях, развивающихся в настоящее время. Следствием активных деформаций является активизация различных экзогенных и эндогенных процессов, в т. ч. интенсивных часто скрытого характера. Большое значение для их выявления имеет детальный анализ поверхностного и погребенного рельефа на основе полевых наблюдений, бурения и геофизики. Также для анализа форм рельефа, выявления линеаментов, зачастую, связанных с зонами повышенной трещиноватости и проницаемости поверхностных толщ, построения структурно-геоморфологических карт используются топокарты, спутниковые снимки и ЦМР. Потенциально опасными для развития суффозии на территориях АЭС являются ложбины, овраги, замкнутые понижения, в т.ч. на поймах рек, на которых расположены некоторые сооружения станций. Негативными для площадок АЭС являются неровности в поверхностях пород разного возраста, выявляемых бурением и геофизикой в виде ложбин стока, русел и долин. Их образование

связывается с континентальными перерывами в развитии территорий в дочетвертичное и четвертичное время, а также с характером аккумуляции осадков в прогибах.

3) Гидрогеологические условия. Пески являются вместилищами грунтовых и более глубоких горизонтов подземных вод. В пределах площадки Ро АЭС на контакте с верхнеолигоцен-нижнемиоценовым глинистым водоупором верхнеплиоценовые пески водонасыщены, что при наклоне поверхности водоупора — неотектоническом или эрозионном — является причиной их сползания. Вероятно, такое явление происходит в западной части площадки Ро АЭС, где смещение поверхностных геодезических реперов к юго-западу, совпадает с наклоном в том же направлении водоупора—глин, перекрытых песками.

4) Структурно-геодинамические условия. Геодинамика предполагает выявление источников тектонических напряжений, воздействующих на геологическую среду и вызывающих формирование региональных и локальных тектонических структур (поднятий, опусканий и геодинамически активных зон). В пределах развивающихся разноранговых структур размещаются различные промышленные объекты. Основанием объектов (АЭС) являются древние структуры кристаллического фундамента и осадочного чехла, включая разрывные, образованные в доновейшие эпохи активизации тектонических движений, а также новейшие структуры, особенно четвертичные. Древние и новейшие структуры часто образуют различные структурные планы, в частности, перекрестного характера, поскольку они формировались в разное время и под действием различных источников напряжений. Такое несогласование структур наблюдается при исследованиях на территориях размещения Курской, Ростовской, Белорусской и др. АЭС [Макарова и др., 2015, 2019]. Современная геодинамика оценивает напряженное состояние пород, в которых формируются и развиваются новейшие, в т.ч. современные структуры. Сдвиговые напряжения при горизонтальном растяжении проявляются образованием кулисно расположенных впадин типа пулл-апарт [Копп, 2017]. В рельефе они выражены расширенными поймами рек и повышенной мощностью аллювия (см. рис. 2)

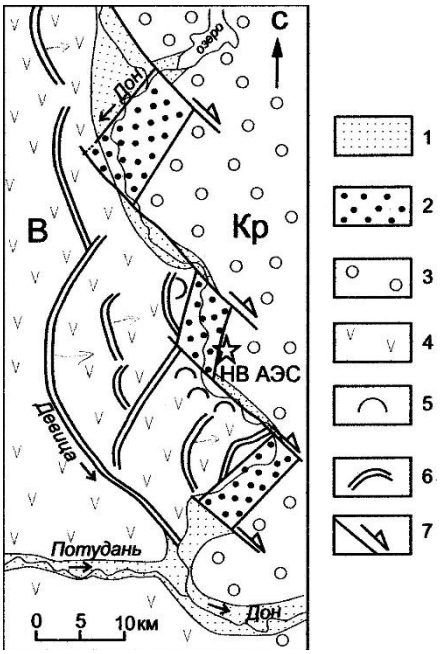


Рисунок 2. *Неотектоника района НВ АЭС. 1 – аллювий р. Дон; 2 – расширенные участки долины, интерпретируемые как пулл-апарты; 3 – отложения, слагающие восточное крыло Воронежского поднятия (В); 5 – оползневые склоны; 6 – границы тектоно-гравитационных массивов; 7 – сдвиговые деформации*

Выводы

1) На устойчивость сооружений к осадкам и кренам оказывают влияние песчаные, глинистые и карбонатные породы. Вследствие расположения площадок АЭС, преимущественно, в местах современных прогибов (долин рек), активные эндогенные и экзогенные процессы приобретают скрытый характер развития.

2) В районах размещения АЭС выявлены современные источники тектонических напряжений и геодинамические условия их формирования. Это позволяет прогнозировать развитие новейших структур и связанных с ними различных геологических процессов, в т.ч. негативных. Структуры поверхности фундамента и новейшие структуры могут не согласовываться между собой, что указывает на их формирование под действием различных источников напряжений.

3) В условиях напряжений растяжения и особенностей гидрогеологических и геоморфологических условий (с учетом погребенного рельефа и техногенного фактора) песчаные толщи особенно подвержены суффозии. Именно они, а не доказанные разломы кристаллического фундамента, являются одной из основных причин развития негативных процессов: оседания и кренов зданий и сооружений.

4) Условия растяжения со сдвиговой компонентой приводят к образованию в долинах рек локальных впадин типа пулл-апарт, до этого не выделявшихся на Восточно-Европейской платформе.

Статья подготовлена в рамках выполнения госзадания по теме «Прогноз, моделирование и мониторинг эндогенных и экзогенных геологических процессов для снижения уровня их негативных последствий»

Библиография

1. Копп М.Л. Дугообразные структуры растяжения в кинематике региональных и глобальных тектонических обстановок // Геотектоника, 2017. № 5. С. 18-36.
2. Коробова И.В. Структурно-геоморфологическая зональность Владимирско-нижегородского региона и ее геоэкологическое значение // Вестник Пермского университета. Геология, 2021 т.20 №1. С. 63-74.
3. Макарова Н.В., Макеев В.М., Суханова Т.В., Гусельцев А.С. Геологические условия развития суффозионных процессов и их современная активизация на Сальско-Донском поднятии (район Ростовской АЭС) // Геоэкология. 2019. № 6. С. 19-29.
4. Макеев В.М. Структурно-геодинамические условия устойчивости особо опасных и технически сложных объектов на древних платформах. Автореферат докт.-геолого-мин. наук. ООО «Ай-клуб». 2015. 50 с.

5. Макеев В.М., Макарова Н.В., Суханова Т.В. Уточнение тектонических условий и возможности развития суффозионных процессов в районе и на площадке размещения Нововоронежской АЭС-2. Отчет Ин-та геоэкологии РАН. М., 2019. 79 с.

7. Макеева Е.А., Макеев В.М. Принципы изучения четвертичных деформаций на основе структурно-геодинамических методов. В сб.: ReEarth 2021: «Международная научно-исслед. конф. по перспективным исследованиям в науках о Земле». Секция: Геоморфология. Процессы и формы рельефа земной поверхности. Изд. ООО «Ассоциация поддержки научных исследований». Барнаул, 2022 г. (в печати).

7. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2003. 216 с.

Сравнительный анализ эколого-экономической эффективности применения различных методов рекультивации в условиях криолитозоны

Кулаков А. П. (Институт геоэкологии РАН, bomberos@inbox.ru),
Наполов О. Б. (Газпром ВНИИГАЗ, onapolov@list.ru)

Аннотация

В настоящей работе были рассмотрены различные методы рекультивации криогенных ландшафтов в условиях Крайнего Севера России, в т.ч. методы: технической рекультивации, залужения, применения биоматов, гидропосева и рекультивации на крутых склонах. Была сформулирована экспертная оценка эколого-экономической эффективности применения различных методов рекультивации в области многолетнемерзлых пород (включая рекультивацию на очень крутых склонах с 20° до 60°).

Ключевые слова

Эколого-экономическая оценка, рекультивация земель и земельных участков, нарушенные и преобразованные ландшафты, криолитозона.

Теория

В настоящее время рекультивация механически нарушенных и подверженных изменению компонентов ландшафта является неотъемлемой частью восстановительных процедур в условиях промышленной и хозяйственной деятельности, сформировавшей природно-техногенные системы (ПТС). Особенно остро этот вопрос возникает на многолетнемерзлых породах, где отмечается крайне низкая степень восстановления преобразованных и нарушенных ландшафтов криолитозоны с очень коротким вегетативным периодом произрастания растительности. Проблема сохранности природно-антропогенных ландшафтов криолитозоны также приобретает особую актуальность из-за усиливающихся процессов техногенной трансформации под влиянием меняющихся природных факторов (особенно климатических), в совокупности приводящих к ослаблению стабильности существующих ландшафтов и требующих особых мер по восстановлению и поддержанию мерзлотных геосистем.

По оценкам специалистов [1,2,6-8], время восстановления почвенно-растительного покрова в условиях криолитозоны измеряется десятками лет, а полного восстановления практически не происходит. Это осуществляется не только из-за очень медленного роста растений, но и в результате того, что даже очень небольшие изменения почвенно-растительного покрова приводят к изменению режима увлажнения и питания почвенно-растительного горизонта (усваивания им питательных элементов из окружающей среды). Таким образом, в результате техногенной трансформации происходит нарушение биогеоценозов (системы живых организмов и компонентов неживой природы, которые сосуществуют в пределах одной территории) [1-8].

Недостаточная проработанность применяемых технологий восстановления почвенно-растительного покрова в условиях криолитозоны диктует необходимость разработки способов рекультивации повреждённых и нарушенных ландшафтов в области многолетнемерзлых пород и является приоритетной научной задачей. К наиболее эффективным и рентабельным техническим методам, способные составить

комплексный научно-технологический подход по рекультивации повреждённых и нарушенных ландшафтов, авторы данной работы относят:

– метод технической рекультивации;
– метод залужения;
– метод применения биоматов;
– метод гидропосева;
– метод проведения рекультивации на крутых склонах.

Рассмотрим представленные технические решения более подробно.

Метод технической рекультивации заключается в освобождении рекультивируемой поверхности от различных отходов и техногенных загрязнений с вывозом за пределы нарушенного или преобразованного участка. Основное достоинство метода – его сопряженность с небольшими затратами (около 600-800 тыс. руб. за гектар), не требующими специальной подготовки персонала. Но, тем не менее, требуется специальная техника для уборки и вывоза крупногабаритного мусора с помощью бульдозеров и самосвалов. Очаги загрязненной почвы, как правило, убирают вручную, а большие участки загрязненной поверхности убираются с помощью техники.

Метод залужения включает в себя засев рекультивируемой поверхности различным сортам травосмесей, адаптированных к условиям многолетнемерзлых пород. Основное достоинство заключается в сравнительной дешевизне рекультивации (около 500-600 тыс. руб. за гектар), также не требующей специальной подготовки персонала, но зависит от дополнительного подсева и полива на труднодоступных участках (например, в низинных местах).

Метод гидропосева включает посев семян травосмеси с помощью гидоосеялки. Основные достоинства метода гидропосева заключаются в том, что он позволяет рекультивировать большие площади за короткий период времени, не требующей специальной подготовки персонала, но имеет высокую стоимость аренды авиатехники, что является основным сдерживающим фактором для его практического использования.

Метод применения биоматов включает использование специальных материалов, состоящих из растительного полотна (сырья лена, кокоса и др.), в которое вшиты семена травосмесей (тимофеевка луговая, райграс, овсяница красная и луговая) и гранулы сапропеля для улучшения биологической активности травосмесей. Метод позволяет достичь ускоренного темпа созревания растительного покрова благодаря защитной оболочке биомата, что, несомненно, относиться к его достоинствам. Метод очень дорогой (около 1500-2500 тыс. руб. и более за гектар), к тому же требуется специальная дополнительная присыпка и закрепление поверхности от воздействия ветра и воды.

Метод рекультивации на крутых склонах включает закрепление крутых участков рекультивируемой поверхности с помощью металлических скоб, скрепляющих биоматы к поверхности участка рекультивации. Достоинства метода позволяет достичь оптимальных условий рекультивации на очень крутых склонах, на которых применение других методов невозможно. Основные недостатки заключаются в его высокой стоимости (практически превышающие 3000 тыс. руб. за гектар) и повышенной требовательности к квалификации персонала. Исходя из этого, данный метод применяется на очень ограниченных участках, имеющих крутые склоны более 50°.

В результате полевых и камеральных исследований на различных участках Западной Сибири авторами были получены данные о сравнительной эколого-экономической эффективности применения рассмотренных методов рекультивации нарушенных и преобразованных ландшафтов криолитозоны. Сравнительная эколого-экономическая эффективность применения различных способов рекультивации приведена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная эколого-экономическая эффективность применения различных способов рекультивации.

№ п/п	Название метода рекультивации	Экологические преимущества	Экономическая эффективность	Существующие недостатки метода	Выводы
1.	*Залужение*	Метод экологически безопасен	Метод наиболее эффективен, т.к. позволяет провести рекультивацию на больших площадях за короткий период времени без особых трудозатрат	Метод эффективен только на плоских ровных поверхностях без кочек и бугров	Метод эффективен в условиях ровных поверхностях и не требует больших трудозатрат
2.	*Применение биоматов*	Метод экологически безопасен	Метод наиболее эффективен, позволяет провести рекультивацию на ограниченных территориях	Метод сопряжен с большими трудозатратами	Метод эффективен на неровных участках с небольшим и средним уклоном (до 20°)
3.	*Метод гидропосева*	Метод экологически безопасен	Метод наиболее эффективен на любых территориях и коротких промежутках времени	Метод требует дополнительных затрат, связанных с применением мульчирующего материала	Метод эффективен на любых поверхностях
4.	*Рекультивация на крутых склонах*	Метод экологически безопасен	Метод наиболее эффективен на очень крутых склонах (от 20° до 60°)	Метод очень трудозатратен, требует специальной подготовки обслуживающего персонала	Метод эффективен на очень ограниченных площадях в пределах крутых склонов
5.	*Техническая рекультивация*	Метод экологически безопасен	Метод наиболее эффективен на любых поверхностях	Метод не требует специальной подготовки персонала	Метод эффективен на любых поверхностях и отмечается

					универсальностью

Приблизительная стоимость рекультивации с использованием различных методов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Примерная стоимость рекультивации с использованием различных методов.

№ п/п	Название метода рекультивации	Стоимость рекультивации на 1 га территории в ценах 2021 г.
1.	*Залужение*	500-600 тыс. руб.
2.	*Применение биоматов (до 20°)*	1500-2500 тыс. руб.
3.	*Метод гидропосева*	700-900 тыс. руб.
4.	*Рекультивация на крутых склонах (от 20° до 60°)*	1800-2900 тыс. руб.
5.	*Техническая рекультивация*	400-600 тыс. руб.

Выводы

Таким образом, в результате проведения исследования были решены следующие задачи:

– проанализированы существующие методы рекультивации нарушенных и преобразованных ландшафтов криолитозоны в условиях Крайнего Севера России;

– выполнена сравнительная оценка основных достоинств и недостатков существующих методов рекультивации;

– даны рекомендации по практическому применению различных методов рекультивации;

С точки зрения экономической эффективности, в условиях многолетнемерзлых пород и Крайнего Севера России оптимальным вариантом является комбинирование различных методов рекультивации нарушенных и преобразованных ландшафтов криолитозоны:

– на ровных поверхностях рекомендуется использовать метод залужения;

– на склоновых участках (до 20°) рекомендуется использовать метод биоматов;

– на очень крутых участках (от 20° до 60°) рекомендуется использовать метод рекультивация на крутых склонах;

– на любых поверхностях рекомендуется использовать метод технической рекультивации и метод гидропосева.

Библиография

1. Биологическая рекультивация на Севере / Арчегова И. Б., Акульшина Н. П., Дегтева С. В. и др. — Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 1992. — 104 с.

2. Моторина Л.В. Опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов. — М.: ВНИИТТЭ ИСХ, 1975. — 84 с.

3. Патент РФ RU 2639783, Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Унанян К.Л., Наполов О.Б. «Способ рекультивации эрозионно-опасных участков нарушенных земель», 2018 г.

4. Патент РФ RU 2710165C1, Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Унанян К.Л., Наполов О.Б. «Способ соединения и крепления биоматов на слабоустойчивых склонах в условиях Крайнего Севера», 2019 г.

5. Пыстина Н. Б., Баранов А. В., Листов Е.Л. Геоэкологические аспекты добычи и транспорта газа на полуострове Ямал / Н. Б. Пыстина, А. В. Баранов, Е. Л. Листов и др. — М: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. — 188 с.

6. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. — М.: Колос, 2000. — 96 с.

7. Солдатенкова Ю.П. Влияние растительного покрова на температуру и протаивание почв в Приобской лесотундре: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.00.00 / Ю.П.Солдатенкова. — Москва, 1968. — 445 с.

8. Черкова Н.М. Экологические основы рекультивации земель. — М.: Наука, 1985. —183 с.

Оценка акустического воздействия от электродепо Московского метрополитена

Кутейникова Д.М.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, darya.kuteko@inbox.ru)
Савушкина Е.Ю. (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, savushkinaey@mgri.ru)

Аннотация

Шумовое загрязнение находится в ряду ведущих проблем подавляющего большинства городских агломераций. Одним из источников шумового воздействия является транспорт. Скрытые под землей транспортные пути Московского метрополитена в наименьшей мере оказывают подобное воздействие, однако действующие электродепо являются источниками шума на поверхности земли. Работа посвящена оценке акустического воздействия от некоторых электродепо Московского метрополитена.

Ключевые слова

Метрополитен, акустическое воздействие, электродепо, уровни шума.

Теория

Метрополитен наряду с автомобильным является наиболее шумным видом транспорта в крупных городах, таких как Москва. Но метро — это не только поезда, туннели и залы под землей, но и конструкции на поверхности. В них осуществляется осмотр и ремонт вагонов, моторно-рельсового транспорта и их оборудования. Эти конструкции за счёт своих больших размеров и объема выполняемых работ являются одним из источников шума.

В Москве всего действует 21 электродепо. Исследования, результаты которых представлены в данной работе, проводились на 9 из них: «Замоскворецкое», «Варшавское», «Северное», «Выхино», «Руднево», «Планерное», «Сокол», «Митино», а также электродепо монорельсовой транспортной системы «Ростокино». Ниже рассмотрены характеристики районов расположения исследованных электродепо.

Рассмотренные электродепо (кроме «Митино» и «Руднево») находятся в пределах МКАД, по соседству с жилыми территориями. Электродепо «Митино», «Планерное», «Выхино» расположены в спальных районах города. Вокруг этих электродепо расположены малоэтажные жилые дома, школы. Район Косино-Ухтомский – электродепо «Руднево» – тоже относится к спальным, там сейчас идет застройка, но она еще не подошла непосредственно к месторасположению электродепо. Единственный источник шума в том месте – это приют для собак.

Электродепо «Сокол», «Замоскворецкое», «Варшавское» и «Ростокино» расположены наоборот – рядом с крупными автомагистралями (Ленинградское, Волоколамское, Варшавское шоссе, Проспект Мира). Электродепо «Северное» находится в районе Третьего Транспортного Кольца недалеко от площади трех вокзалов. В дневное время в этих районах постоянное движение автотранспорта, что дает сильное фоновое зашумление, отчего показания на шумомере превышали все допустимые нормы.

Из-за этого количество замеров на одной точке увеличивалось для получения наиболее точных результатов.

В измерениях шума существует два разных уровня – эквивалентный и максимальный. Эквивалентный уровень звука, LA.экв., дБА, непостоянного шума – уровень звука постоянного широкополосного шума, то есть этот уровень шума применяется для периодически повторяющихся шумов. Максимальный уровень звука, LA.макс.,дБА – уровень звука, соответствующий максимальному показателю измерительного, прямо показывающего прибора (шумомера) [4]. Так как все данные, представленные в этой работе, были получены в дневное время, то гигиенический норматив днем в соответствие с СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" равен: ПДУэкв – 55,0 дБ, ПДУmax – 70,0 дБ [3].

Главная сложность при измерении уровня звука состоит в том, что электродепо находится не в вакууме – вокруг него много звуков города. А в районах, находящихся рядом с крупными автомагистралями, эта сложность ощущается во всей красе. В методических указаниях по контролю уровня шума сказано, что при расчетном определении границ СЗЗ должны быть учтены все источники шума, оказывающие влияние на население в зоне расположения предприятия: соседние предприятия, автомагистрали и другие источники шума наземного транспорта и т. д. [2]. Однако иногда шум от самого депо может быть минимален и не превышать ПДУ, но прибор будет показывать превышение. Такая картина будет наблюдаться скорее всего из-за того, что депо находится в оживленном районе автомагистрали.

В таком случае, делается поправка на фон. Во время измерения звука на экране прибора показаны уровни звука и звукового давления суммарного шума. Если разность между суммарным уровнем звука (звукового давления) и остаточным уровнем звука (звукового давления) больше 3 дБ, но не превышает 10 дБ, то тогда делается поправка на фон [1].

Также для точности проводят замеры ночью, чтобы понять уровень шума от электродепо с минимальными посторонними звуками; точки замеров (и ночью и днем) находятся на разном расстоянии от депо и, если позволяет территория, в разных по зашумленности местах.

Замеры уровня звука, представленные в этой работе, производились в период с 27 по 30 июля 2021 года анализатором шума и вибрации «Ассистент». Погода стояла жаркая (в среднем 26 градусов), небо было ясным. Количество точек в разных электродепо было разным – от одной до восьми («Замоскворецкое», «Северное», «Выхино» – 1; «Варшавское», «Ростокино», «Планерное», «Сокол» – 2; «Митино» – 3; «Руднево» – 8). Все точки находились в районе санитарно-защитных зон электродепо и их количество было определено самим Метрополитеном. Скорее всего выбор количества точек измерений был продиктован состоянием районов расположения электродепо и их собственным местоположением. Так, например, район Косино-Ухтомский – активно строящийся сейчас, и для него особенно необходимо знать условия окружающей среды, поэтому в санитарно-защитной зоне электродепо «Руднево» восемь точек. А в уже давно функционирующих районах гораздо меньше.

Полученные во время замеров данные представлены в виде графиков (рисунки 1 и 2). Значения ПДУэкв и ПДУmax в них взяты как среднее арифметическое со всех точек измерения каждого электродепо.

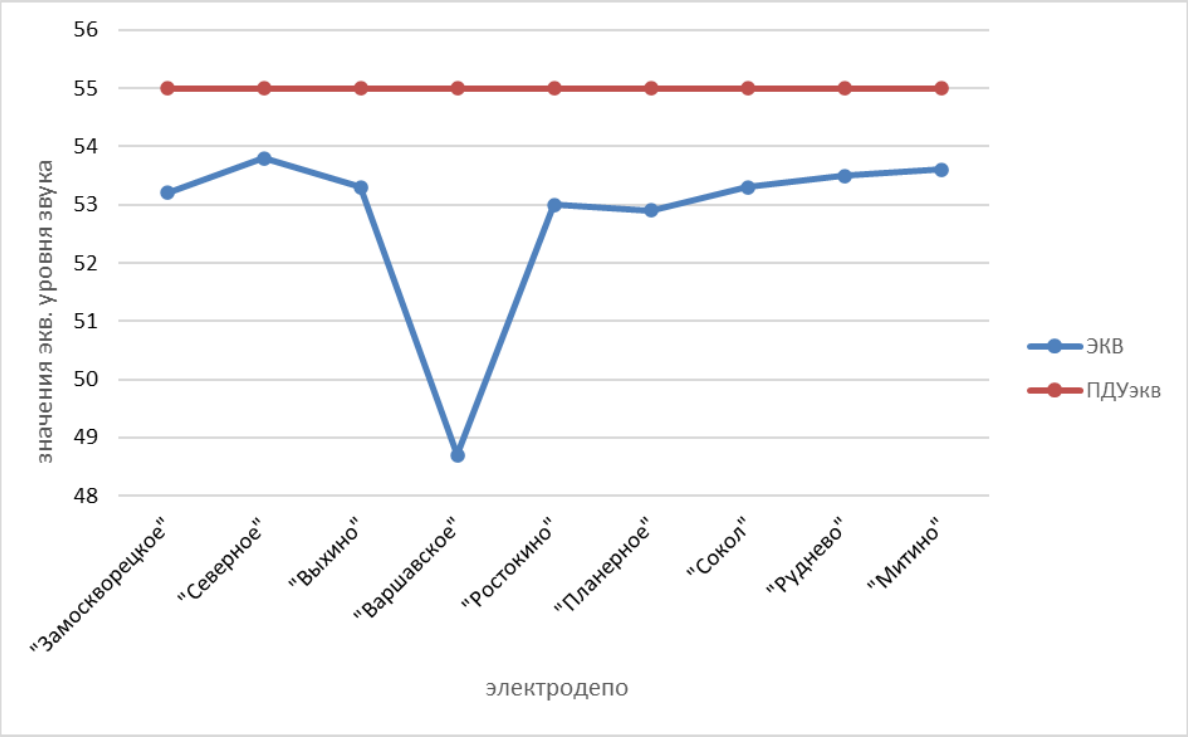


***Рисунок 1**. Сравнение полученных значений эквивалентных уровней звука с ПДУэкв.*

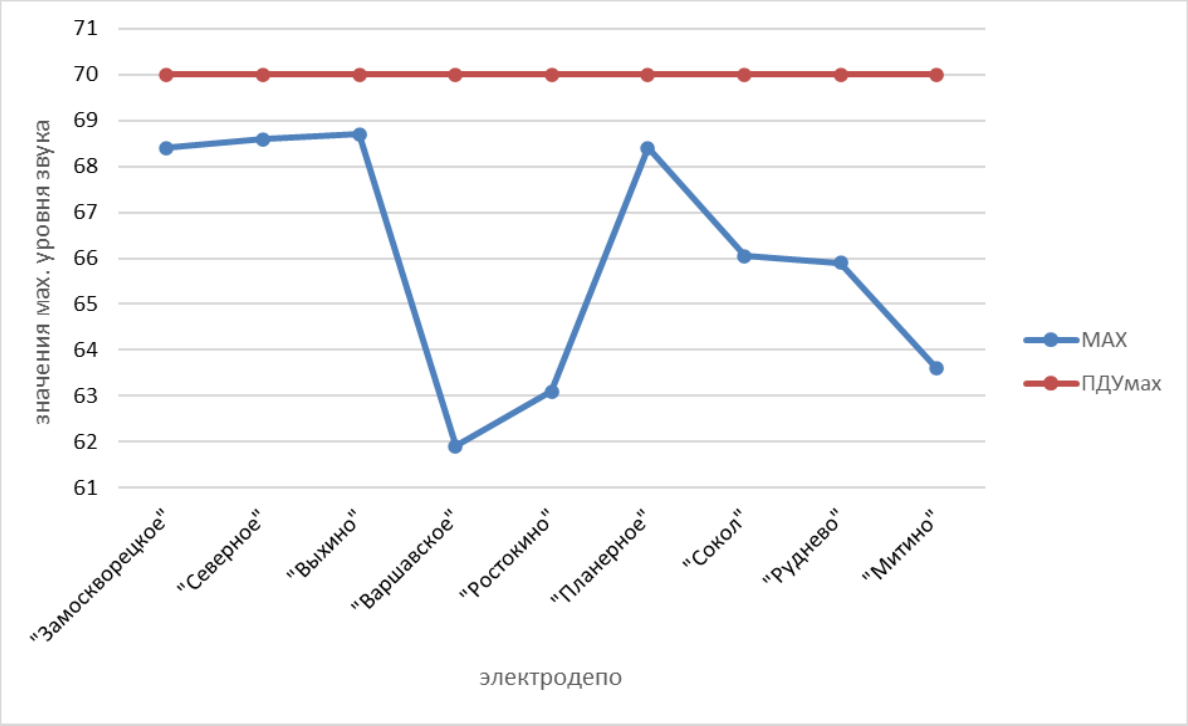


***Рисунок 2**. Сравнение полученных значений максимальных уровней звука с ПДУmax.*

Из представленных графиков видно, что:

1) большинство значений уровней звука тяготеют к границе ПДУэкв, и только электродепо «Варшавское» имеет очень низкие показатели. Объясняется это тем, что несмотря на близость с электродепо «Замоскворецкое» и Варшавским шоссе, точки замеров были во дворах, где весь шум с автодороги теряется. То же самое относится к данным по этому электродепо на графике с максимальным уровнем шума;

2) все точки значений находятся на примерно одинаковом уровне эквивалентного шума. Это произошло потому, что во всём городе независимо от общей зашумленности района примерно одинаковый фоновый шум. Самыми «тихими», исключая вышеупомянутую территорию электродепо «Варшавское», оказались «Ростокино» и «Планерное»;

3) территории, прилегающие к электродепо, находящихся в спальных районах, действительно имеют самые низкие значения максимального уровня шума («Ростокино», «Сокол», «Руднево», «Митино»), потому что в этих районах нет никаких других источников шумового воздействия.

Выводы

Акустическое воздействие от электродепо Московского метрополитена безусловно влияет на уровень шума исследуемой территории. Анализ данных, полученных в ходе исследования, проведенного во время производственной практики летом 2021 года, показал, что нормативы не превышены. Однако, учитывая наличие иных источников шума в городе, главным образом автомагистралей, однозначно выделить вклад работающих в дневное время электродепо не представляется возможным. С уверенностью можно утверждать только, что вред наносится работникам самого электродепо.

Библиография

1. Как измерить шум источника, когда есть фоновый шум? [Электронный ресурс] – URL: https://hygiene.octava.info/kak_izmerit_shum_istochnika_kogda_est_fonovyy_shum, (дата обращения 02.02.2022).

2. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях / Методические указания МУК 4.3.2194-07 – 2007. – [Электронный ресурс] – URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/376/4293840785.pdf, (дата обращения 02.02.2022).

3. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс] – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения 02.02.2022)

4. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки / Санитарные нормы СН2.2.4/2.1.8.562-96 [Электронный

ресурс] – URL: https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/Zakonoproekti/sn.2.2.42.1.8.562-96.pdf, (дата обращения 02.02.2022).

Горные породы как элемент питания человека

Майорова К.В.* (МГУ имени М.В.Ломоносова, maiksesha@gmail.com),
Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В.Ломоносова, ikagrig@inbox.ru)

Аннотация

В работе рассматривается важность изучения состава и свойств горных пород, употребляемых человеком в пищу. Описываются свойства пищевых глин и их составы. Приведена характеристика неблагоприятных последствий, вызванных избытком и недостатком химических элементов в организме человека. Показана необходимость глубокого изучения феномена литофагии у людей с медицинских, геоэкологических и эколого-геологических позиций.

Ключевые слова

Биофильные элементы, литофагия, адсорбция, смектиты

Теория

Любой живой организм – это сложная система, в которой происходит постоянный прием, переработка и производство химических соединений. Именно они являются строительными материалами, катализаторами биохимических реакций, стабилизаторами ферментов, а также обеспечивают процессы всасывания, секреции, нервной проводимости и внутриклеточного дыхания. При дефиците определенных элементов в организме происходит нарушение работы множества процессов, что может привести к тяжелым последствиям. В наше время с нехваткой жизненно важных (биофильных) элементов сталкивается большая часть населения. Неправильное питание, низкое качество продуктов, неблагополучная экологическая обстановка в крупных городах – все это является причиной дефицита полезных элементов и избытка ряда элементов (например, тяжелых металлов) в организме [3].

Горные породы состоят из множества химических элементов, необходимых для жизнедеятельности человека. Именно поэтому многие люди употребляют мел и глину в качестве полезных пищевых добавок к основному рациону. Использование в пищу горных пород (литофагия) в жизни человека – крайне интересный феномен, который, несмотря на свою широкую распространенность, еще мало изучен с научной точки зрения. Если говорить обобщенно, то геофагия (или: литофагия, камнеедение, землеедение) — это употребление в пищу минералов, горных пород, почвы, золы, грязи животными и людьми. Раньше считалось, что литофагия проявляется у человека вследствие голода и является вынужденной мерой, необходимой для выживания, затем этот феномен так же причислили к основным симптомам психических расстройств [1]. Многие ученые утверждали, что горные породы употребляют в пищу только жители сельских и доиндустриальных обществ, приводя в качестве примера лепешки из глины и земли, которые употребляет большая часть населения Гаити из-за тотальной бедности [6]. Однако сейчас многие исследователи из Европы и Америки приходят к выводу о том, что желание попробовать кусочек глины или мела зачастую не говорит ни о каких ментальных болезнях, а только о том, что таким образом может проявляться потребность в пополнении запасов элементов необходимых для живого организма [5].

Рисунок 1. *Изготовление лепешек из глины на Гаити [6]*

Если мы рассмотрим химических состав горных пород, то обнаружим, что из них мы можем получать жизненно необходимые для нас элементы. Процентное содержание различных соединений зависит от типа месторождения той или иной горной породы, что обеспечивает возможность выбора для производства препарата с повышенным содержанием конкретного химического элемента.

Большинство элементов, входящих в состав пищевых глин, необходимы для нормальной жизнедеятельности человека. В таблице 1 рассмотрена группа химических элементов, которая играет значительную роль в функционировании организма человека. Часть необходимых элементов (натрий, калий, медь, цинк йод, железо) содержится в поваренной соли, но также некоторые из них (медь, кремний, железо, натрий, калий, магний) содержатся в составе множества различных горных пород, которые употребляют в пищу люди. Анализ сведений, приведённых в таблице, показывает, что избыток различных химических элементов может так же пагубно влиять на организм человека, как и их недостаток. Отсюда можно сделать вывод, что, для исключения негативных последствий при употреблении горных пород, следует учитывать количество потребляемой горной породы по аналогии с расчётом точной дозировки лекарственных препаратов.

Именно поэтому на сегодняшний день феномен употребления горных пород в пищу нуждается в более глубоких медицинских, геоэкологических и эколого-геологических исследованиях.

Таблица 1. *Роль химических элементов в организме человека [3]*

Химический элемент	*Роль в организме человека*	*Какие болезни может вызвать*	
		избыток	*дефицит*
Натрий	регуляция осмотического давления и водно-солевого обмена	образование камней в почках	угнетение ЦНС, кожные сыпи, выпадение волос
Калий	поддержание постоянства и состава клеточной и межклеточной жидкости, поддержание нервно-мышечной возбудимости	повышенная возбудимость, кишечные колики	психическое истощение, мышечная слабость
Кремний	входит в состав тканей, влияет на обмен липидов, образование коллагена и костной ткани	фиброз легких, мочекаменная болезнь	слабость костной ткани, ломкость волос
Магний	участвует в синтезе белка, жиров и углеводов, принимает участие в процессе переноса	вялость, сонливость	утомляемость, потеря аппетита
Цинк	требуется для синтеза белков и формирования костей, принимает участие в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей	нарушение состояния кожи, тошнота	потеря вкусовых ощущений, исхудание, анемия
Железо	переносит кислород и участвует в окислительных процессах, входит в состав гемоглобина, играет важную роль в процессе выделения энергии	слабость, гемосидероз, изжога	слабость, анемия, риск развития онкологических заболеваний
Йод	регуляция обмена энергии, контролирование температуры тела и скорости биохимических реакций	депрессия, воспаление в местах выведения йода	кретинизм, отеки лица, формирование зоба
Медь	входит в состав многих гормонов, ферментов, витаминов, дыхательных пигментов	нарушение функций почек и печени, анемия	угнетение иммунитета, бесплодие, кардиомиопатия

В связи с этим среди горных всех горных пород именно глина чаще всего используется для изготовления различных лекарственных препаратов и пищевых добавок. Из всех свойств глины два особенно важны для объяснения терапевтического действия медицинских глин в гастроэнтерологии – это их «абсорбционная способность» и их «адсорбционная мощность» [4]. Эти два понятия являются основными критериями при выборе месторождения. Чтобы экспериментально подтвердить наличие в пищевой желтой глине ряда биофильных элементов, был использован метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА-ЭД) с помощью РФА-ЭД спектрометра Niton FXL 950 GOLDD+ (Ag anode, 50 kV/200 μA/4 W). Исходя из результатов данного анализа, представленных в таблице 2,

можно сделать вывод, что в пищевой желтой глине содержится часть соединений, которые могут благотворно влиять на организм человека.

Таблица 2. *Процентное содержание химических соединений в пищевой желтой глине по данным рентгенофлуоресцентного анализа*

Химическое соединение	Ед. измерения	Среднее содержание	Химический элемент	Ед. измерения	Среднее содержание
Na_2O	%	н/опр	Cu	мг/кг	10
SiO_2		84.5	Zn		66
Al_2O_3		7.3	Mo		7.1
MgO		0.72	Cd		<3
CaO		0.69	As		5.2
K_2O		1.6	Pb		6.9
Fe_2O_3		4.2	Ni		<10
MnO		<0.01	Cr		90
TiO_2		0.44	V		91
P_2O_5		<0.01	Sr		154
SO_3		0.05	Rb		92
Cl		<0.01	Zr		95

Выводы

Горные породы могут стать прекрасным элементом питания человека из-за ряда причин: а) все горные породы содержат в себе множество биофильных элементов; б) многие глины проявляют абсорбционную и адсорбционную способность, которая помогает избавляться от накопившихся в организме токсинов и тяжелых металлов; в) оказывают благотворное влияние на работу человеческих органов; г) препараты, которые состоят преимущественно из горных пород, имеют низкую стоимость.

Однако препараты из любых видов горных пород, которые можно употреблять в пищу, необходимо глубоко изучать на наличие патогенных микроорганизмов, на содержание примесей тяжелых металлов и наличие нужной концентрации полезных химических элементов.

Библиография

1. *Драверт, П.Л.* О литофагии / П.Л. Драверт // Сибирская природа. – 1922. – Вып.1. – С. 3–6.

2. *МЗР.* Мой здоровый рацион [сайт]. URL: https://health-diet.ru/table_calorie_users/1079042/ _(дата обращения 02.02.2022)

3. *Рустембекова С.А., Барабошкина Т.А.* Микроэлементозы и факторы экологического риска / Под ред. В.В. Горшкова. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – С. 6-16.

4. *Триа Ж.М., Жером М. С., Дюбук Ж. П.* Терапевтическое применение медицинских глин в гастроэнтерологии–2006. – С. 35-36.

5. *Annel B., Lagercrantz S.* Geophagy: An Anthropological Perspective – 2013 – С. 179-198.

6. Wiki2/Geophagia [сайт] URL: https://wiki2.org/en/Geophagia (дата обращения 08.02.2022)

Инвазивные виды, произрастающие на территории Москвы и Московской области

Марданова Н.Г. (МГРИ, mardanova_nazira@mail.ru)*

Аннотация

Антропогенное воздействие на окружающую среду, ослабление конкурентных отношений в экосистемах способствует проникновению чужеродных видов. Инвазивные виды являются серьезной угрозой биологическому разнообразию. Особое внимание при изучении инвазивных видов уделяется репродуктивной сфере, так как натурализоваться могут виды только с эффективной системой размножения.

На территории Москвы и Московской области встречаются виды, которые натурализовались на исследуемой территории. Некоторые из них являются сильными конкурентами и вытесняют аборигенные виды, формируют монодоминантные заросли, другие могут причинять вред здоровью населения, будучи сильными аллергенами.

Ключевые слова

Инвазивные виды, натурализация, борщевик Сосновского, семенная продуктивность.

Теория

На территории Москвы и Московской области имеют широкое распространение инвазивные виды растений. В ходе анализа были выделены самые часто встречающиеся из них: золотарник гигантский, клен американский ясенелистный, дуб красный, люпин многолистный, мелколепестник канадский, недотрога железоносная, тополь белый, эхиноцистис шиповатый, ясень пенсельванский, борщевик Сосновского (таблица 1). Из вышеперечисленных видов опасность для человека представляет тополь белый – аллерген и борщевик Сосновского, контакт с которым может привести к фотохимическому ожогу, из-за содержания в растении фурокуморина. В отличие от тополя борщевик формирует монодоминантные заросли, что снижает биологическое разнообразие. Остальные виды являются сильными конкурентами и вытесняют аборигенные виды, а ясень пенсельванский является распространителем опаснейшего вредителя для других видов ясеня — ясеневой златки. Они приводят к экологическим, экономическим и социальным последствиям. В условиях исследуемой территории у инвазивных растений нет естественных регуляторов численности популяции, что способствует «загрязнению» территории новыми видами.

На данный момент самым известным инвазивным видом является борщевик Сосновского, распространение которого приобрело катастрофический характер, было решено изучить семенную продуктивность на примере данного вида. С 1947 г. Heracleum sosnowskyi Manden вводился в культуру на территории бывшего СССР в качестве высокопродуктивного и устойчивого силосного растения.

Heracleum sosnowskyi Manden, борщевик Сосновского, представитель семейства Зонтичные, многолетнее монокарпическое травянистое растение 1-1,5 м высотой (Восточный Кавказ). Корень стержневой. Стебель одиночный, прямой, от середины

ветвистый, при основании до 7 см в диаметре, полый, опушенный редкими длинными волосками [4].

Впервые в Средней России одичавшим H. sosnowskyi был собран в 1948 году Б. М. Кульковым в селе Рождествено Серпуховского района Московской области (МНА). В последующие годы борщевик дичал редко, встречаясь в основном близ мест культивирования [1]. В 1970-х годах дичание борщевика Сосновского приобрело массовый характер.

Таблица 1 - Инвазивные виды Москвы и Московской области

	Название	Естественный ареал	Угроза	Изображение
.	Золотарник гигантский	Северная Америка (восток Канады, США, северо-восток Мексики). Натурализован в 1868 году.	Способен образовывать обширные монодоминантные заросли, в которых могут практически отсутствовать представители аборигенной флоры. Кормовой ценностью не обладает.	
.	Тополь белый	Северная Африка, Европа, Средняя, Малая и Восточная Азия. Натурализован в XIX веке.	Используется в озеленении, пух растения является аллергеном.	
.	Борщевик Сосновского	Центральный и восточный Кавказ, Закавказье и Ближний Восток. В России натурализован в 1947 году	Формирует монодоминантные заросли, содержание фурокуморина приводит к фотохимическим ожогам.	

Цветом выделены виды, представляющие угрозу экосистемам – зеленый; человеку – желтый; экосистеме и человеку – красный. Следовательно, самым опасным видом на данный момент является борщевик Сосновского.

В октябре 2021 года была заложена пробная площадка размером 10×10 метров, где борщевик сосновского формирует монодоминантные заросли.

Участок был расположен в Московской области, округа Мытищи, на восточной окраине деревни Юдино. На пробной площадке 10х10 выделили 5 учетных площадок по 1 м^2, на которых определялось число генеративных побегов (плотность). На пробной площадке выбиралось три модельных генеративных побегов, у которых учитывали следующие признаки: высота растения, диаметр у основания стебля (у земли). В центральном соцветии подсчитывали число малых зонтиков, а также число капрофор (ножек) и плодов, после расчетным путем определяли потенциальную семенную продуктивность.

На пробной площадке выделялись площадки по 1м^2 на которых рассчитывалась плотность. На пробной площадке она составила 1,5 шт/м^2.

Генеративный побег в условиях Подмосковья имеет один центральный сложный зонтик и два-четыре боковых зонтика. Центральное соцветие образовано 82-91 (в среднем 86) зонтичками. В каждом малом зонтике насчитывается от 42 до 56 (в среднем 47) ножек (капрофор), на которых крепятся плоды. В центральном сложном зонтике, насчитывается от 3.6 до 4.5 тыс. (в среднем 4 тыс.) плодов (таблица 2).

Таблица 2 - Центральное соцветие и количество плодов борщевика Сосновского

Точки	Количество			
	Малых зонтиков	Ножек в малом зонтике	Плодов	Семян
№1	91	43	3913	7826
№2	82	56	4592	9184
№3	86	42	3612	7224

Таким образом, общее количество семян одного генеративного побега достигает в среднем 8 тыс. Предполагаем, что потенциальная семенная продуктивность растений выше, чем у нас получилось. Дело в том, что мы в своей работе не учитывали семена боковых зонтиков, так как в большинстве случаев семена этих зонтиков выглядели мелкими и недоразвитыми.

Таким образом на пробной площадке 10×10 м, при плотности растения 1.5 м^2 потенциально образуется 12 тыс. семян (150 побегов × 8000 семян). Из 1,2 млн семян на следующий год прорастет 90%, то есть 10.800 семян. При идеальных условиях, площадь пробной площадки за 10 лет увеличится на 2,4 км^2, при условии, что радиус распространения семян составляет 4 метра. Высокая конкурентоспособность, семенная продуктивность и всхожесть будут гарантировать захват территории при отсутствии лимитирующих факторов.

Выводы

На территории Москвы и Московской области широко распространены следующие натурализовавшиеся виды: золотарник гигантский, клен американский ясенелистный, дуб красный, люпин многолистный, мелколепестник канадский, недотрога

железоносная, тополь белый, эхиноцистис шиповатый, ясень пенсельванский, борщевик Сосновского. Распространение инвазивных видов приводит к экологическим, экономическим и социальным последствиям. В условиях исследуемой территории у инвазивных видов нет естественных регуляторов численности популяции, что способствует «загрязнению» территории новыми видами.

На исследуемой пробной площадке плотность составила 1,5 шт/м^2. В результате такой плотности, борщевик может образовывать монодоминантные заросли, препятствующие возобновлению других видов растений.

В условиях Подмосковья средняя высота борщевика Сосновского составляет 2,7 метра, а средний диаметр стебля у земли 7,6 см. Во вторичном ареале размеры растения достигают больших размеров, чем в первичном.

Общее количество семян одного генеративного побега достигает в среднем 8 тыс. шт. При данной плотности и количеству формируемых семян борщевик Сосновского на пробной площадке формирует около 12 тыс. семян, из которых на следующий год взойдет 10,8 тыс. штук. За 10 лет, при идеальных условиях борщевик способе увеличить занимаемую территорию на 2,4 км^2.

В условиях Московской области борщевик обладает высокой семенной продуктивностью, что обеспечивает интенсивное семенное возобновление растения. На исследуемой территории формируются устойчивые популяции, способные к самоподдержанию без повторного заноса. Борщевик Сосновского успешно натурализовался на новой для него территории, обладает здесь более высокой продуктивностью и гигантизмом, чем в условиях естественного ареала.

Библиография

1. Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В. Биологическое загрязнение территории экологически опасным растением борщевиком Сосновского // Фундаментальные медикобиологические науки и практическое здравоохранение: сб. науч. трудов 1-й Международной телеконференции (Томск 20 января–20 февраля, 2010). – Томск: СибГМУ, 2010, с. 27–29

2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.

3. Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. Конспект флоры адвентивных растений Московской области. В сб.: Флористические исследования в Московской области. – М.: Наука, 1990, с. 5–105

4. Флора СССР. Т. 17. / ред. Б.К. Шишкин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 392с.

5. 19 самых опасных инвазионных видов растений в России // Ботаничка.ru URL: https://www.botanichka.ru/article/19-samyih-opasnyih-invazionnyih-vidov-rasteniy-v-rossii/ (дата обращения: 18.11.2021)

Возможности применения экоустойчивой архитектуры на примере Рязанского района города Москвы

Марусов Н.А.* (МГРИ, nikos.m@mail.ru),
Мазаев А.В. (МГРИ, mazaevav@mgri.ru),
Крахина Е.А. (МГОУ, l.k98@mail.ru)

Аннотация

Сегодня каждый крупный город сталкивается со значительным числом экологических проблем. Москва не является исключением. Будучи одним из самых больших мегаполисов мира, столица имеет большой ряд вопросов, связанных с качеством окружающей природной и городской сред. В статье рассмотрена возможность преобразования городского пространства в Москве с применением экоустойчивого строительства, на примере Рязанского района.

Ключевые слова

Экоустойчивая архитектура, Москва, Рязанский район, «зеленое строительство».

Теория

Экоустойчивая архитектура сегодня это тренд, который способен значительно улучшить экологическое состояние городов, снизить их негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Данное направление за последние годы получило большую популярность в зарубежных странах и постепенно развивается и набирает обороты в мегаполисах Российской Федерации.

Цель экологически устойчивой архитектуры не только в том, чтобы отвечать «зеленым» параметрам и стандартам, но и создавать, опираясь на них, самостоятельную архитектурно выразительную форму, тем самым ликвидируя разрыв между двумя независимыми и непримиримыми дискурсами, которые развертываются в архитектурном сообществе последние годы [3].

Историк архитектуры – Д. О. Швидковский видит задачу устойчивой архитектуры в том, чтобы создать такую среду обитания, которая необходима настоящему поколению, но и будет, удовлетворять и будущее поколение. Ю. А. Табунщиков называет устойчивой архитектурой – соединение архитектурных и инженерных решений, которые будут благоприятно влиять на природную среду и на жизнь человека, а также сохранять экологическое равновесие.

Приоритетное внедрение и развитие проектов по созданию экологически устойчивых сооружений должно начинать реализовываться с экологически-неблагоприятных районов города, но при этом, не нарушая работу основных городских предприятий. Как один из примеров по внедрению экоархитектуры в Москве предлагается взять Рязанский район и рассмотреть возможность частичной реорганизации его промышленной зоны.

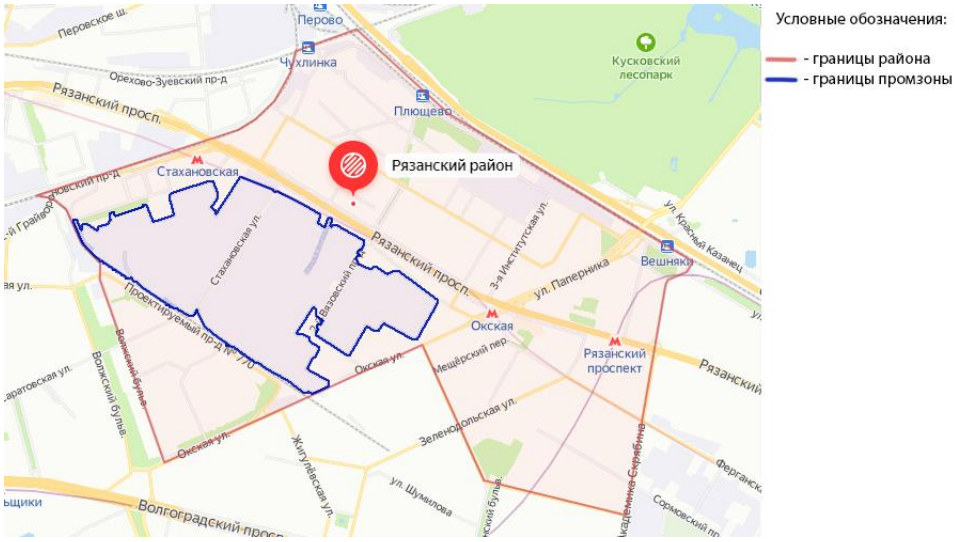


Рисунок 1. *Карта Рязанского района*

Основные параметры Рязанского района:

- Площадь жилого района составляет 649 га;
- Население района 110 184 человек;
- Общая площадь жилого фонда 183 000 м^2.

Район является достаточно показательным для реализации подобного проекта. Основную часть района занимают селитебные территории, включающие как старый, так и новый жилой фонд. Через район проходят крупные дороги, имеется обширная промышленная зона с действующими производственными предприятиями. Крупных парковых зон нет, на границе района находятся 3 железнодорожных станции и 3 станции метрополитена.

В центральной части района расположена промышленная зона «Грайвороново», окольцованная крупными участками селитебной зоны. Промышленная территория площадью 360 га включает – производственные предприятия (завод электромонтажных изделий, металлопрокат, мебельная фабрика «ПК Каскад», радиаторный завод), предприятия малого бизнеса, склады и павильоны для хранения оборудования и материалов, автозаправочные станции и автосервис. Присутствуют свободные для потенциального строительства участки.

Таким образом, район не является наиболее благоприятным для жизни, по причине малого количества зелёных территорий, высокой транспортной нагрузки, не самого удачного визуального облика района за счёт старой промышленной зоны, занимающей значительную территорию. При этом район не является и неудовлетворительным для жизни, так как в нем нет опасных предприятий, которые значительно бы портили экологическое состояние территории. Также этот фактор означает, что данный район подходит для частичной реорганизации, поскольку предприятия в пределах промышленной зоны «Грайвороново» не являются особо важными для экономики города и могут быть преобразованы или перенесены в целях улучшения состояния городской среды района.

Основными пунктами для реализации проекта являются:

1. Выделение 3 основных зон (1 - для создания парка культуры и отдыха, 2 - промышленная зона, 3 – зона для строительства торгового центра и прилежащая к нему территория).

2. Снос малоиспользуемых, неэффективных, устаревших строений.

3. Создание современного парка культуры и отдыха.

4. Строительство новых экоустойчивых зданий, с разным функциональным назначением, отвечающим потребностям района.

5. Модернизация оставшихся зданий для их максимального внедрения в обновлённую среду района, а также замена различных коммуникаций внутри них на коммуникации с зелеными технологиями.

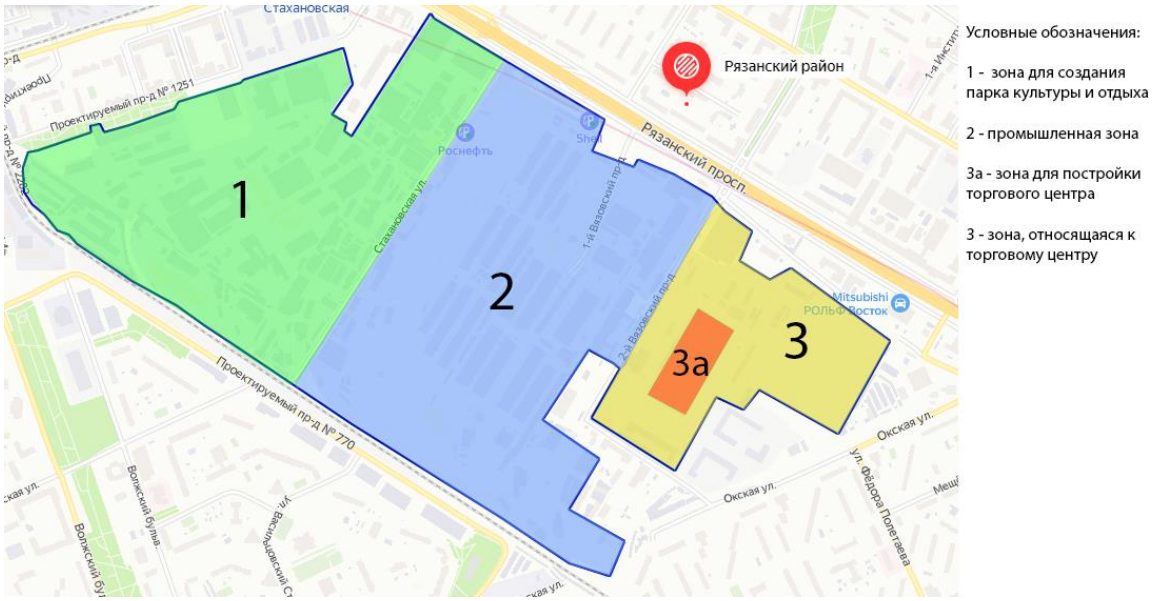


***Рисунок 2**. Карта предлагаемых функциональных зон внутри нынешней промзоны Рязанского района*

Зона 1. Создание парка культуры и отдыха. В Рязанском районе имеется резкая нехватка парковых зеленых зон, поэтому создание современного экологичного парка культуры и отдыха является одним из приоритетов в данном проекте. Это поможет улучшить визуальную составляющую района, образует место для рекреации, а также снизит количество загрязняющих веществ в воздухе и уровень шума от транспорта и других источников. Для парка была выбрана именно зона 1, по причине того, что самые крупные предприятия располагаются за её пределами, в зоне 2. Это упростит процесс сноса, либо переноса других сооружений.

Зона 2. Промышленная зона. На ее территории планируется частично снести малоиспользуемые, неэффективные, устаревшие строения и на их месте построить

новые экоустойчивые здания, с разным функциональным назначением, отвечающим потребностям района. Это могут быть все те же склады, предприятия малого бизнеса, сервисы, предприятия и пр. Те здания, которые сносить по каким-либо причинам не представляется возможным, необходимо модернизировать для их максимального внедрения в обновлённую среду района (создание вертикального озеленения, замена облицовки, реконструкция крыш), а также заменить различные коммуникации внутри них на коммуникации с зелеными технологиями (энергосбережение, технологии утилизации отходов, очистки сточных вод и т.д.). Эти шаги помогут визуально преобразить территорию, снизить негативное воздействие на окружающую среду, при этом сохранив изначальное функциональное назначение промышленной зоны.

Зона 3 и 3а. Строительство торгово-развлекательного центра. Площади зон 3 и 3а можно использовать для строительства торгово-развлекательного центра, а так же сопутствующих ему объектов (автостоянка, пункт сбора отходов, технические сооружения и т.д.). Здание торгового центра и другие сооружения так же необходимо строить с применением технологий экоустойчивой архитектуры. На верхнем этаже торгового комплекса предлагается создать стеклянный купол с оранжереей внутри него. В районе резко ощущается отсутствие такого важного в настоящее время объекта, как большой торговый центр, поэтому его строительство станет отличным вложением как с экономической, так и с социальной точек зрения. К тому же такое масштабное «зеленое» строение может стать одним из туристических мест Москвы.

Итоги вышеописанной модернизации промышленной зоны Рязанского района предполагают: улучшение экологических показателей территории, визуальное преображение района, получение дополнительной экономической выгоды, получение социально значимой инвестиционной площадки**,** дополнительный опыт строительства экоустойчивых строений и модернизации устаревших, создание положительного примера в области «зеленого» строительства. Также возможны косвенные изменения, такие как улучшение морального состояния населения, снижение уровня преступности, развитие малого предпринимательства и т.д.

Выводы

Современные населённые пункты должны вносить вклад в устойчивость глобальной экосистемы. Постепенная модернизация городских территорий с использованием «зеленой» архитектуры поможет привести страну к более широкому применению экоустойчивой архитектуры, что в дальнейшем поспособствует снижению негативного воздействия населенных пунктов на природные системы и человека, а также обеспечит комфорт проживания людей.

Библиография

1. Бабкина Д. О., Янова Р. Ю., Попов А. В., Сорокоумова Т. В. Международные стандарты «зеленой архитектуры», перспективы применения и адаптации к условиям России // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 70–74.

2. Витюк Е. Ю., Уморина Ж. Э. Природные технологии как новый принцип формообразования в архитектуре // Вестник Томского архитектурно-строительного университета. 2018. № 4. С. 55–64.

3. Ремизов А.Н.. "Экоустойчивая архитектура как процесс" Жилищное строительство, no. 4, 2016, с. 48-51.

Развитие экоустойчивой архитектуры в России

Марусов Н.А.* (МГРИ, nikos.m@mail.ru)
Научный руководитель: доцент, к.г-м.н, Мазаев Антон Викторович

Аннотация

С каждым годом в мире увеличиваются количество городов, площади урбанизированных территорий и вместе с этим число городского населения. Перед обществом все острее встают такие проблемы как: загрязнение окружающей среды, накопление твёрдых бытовых и твёрдых коммунальных отходов, ухудшение здоровья граждан, снижение качества визуальной среды, энергосбережение и др. Одним из решений вышеупомянутых проблем может стать экоустойчивая архитектура.

В статье рассмотрены направления, развитие которых существенно поможет интеграции экоустойчивой архитектуры в России.

Ключевые слова

Экоустойчивая архитектура, урбанистика, «зеленое» строительство.

Теория

Экоустойчивая архитектура - соединение архитектурных и инженерных решений, которые благоприятно влияют на природную среду и на жизнь человека, а также сохраняют экологическое равновесие. Развитие данного направления позволяет значительно сократить негативное воздействие городов как на окружающую среду, так и на самого человека.

Россия сегодня находится в самом начале пути к переходу на «зеленые» технологии и проходит период адаптации к большинству европейских норм «зеленого» строительства и постепенно увеличивает количество строений, построенных с учетом требований экологических сертификаций.

Проанализировав состояние экоархитектуры в России и мире, были сформулированы следующие направления, развитие которых необходимо для наиболее быстрой и эффективной интеграции экоустойчивой архитектуры в нашей стране.

Основные направления для развития экоустойчивой архитектуры

1. Правильное образование

2. Распространение информации

3. Экоматериалы и зеленые технологии

4. Государственная поддержка

5. Структура управления населенными пунктами

6. Национальная система сертификации

Рисунок 1. *Схема основных направлений для развития экоустойчивой архитектуры в России*

1. Образование, в первую очередь, формирует новое мировоззрение, новые взгляды на природу. Природу сегодня необходимо рассматривать не как окружающую среду, где человек находится в центре, как хозяин, имеющий право изменять и использовать окружающий мир, сообразуясь лишь с собственными интересами, а как нашу неотъемлемую часть, где человек - часть природы, имеет нравственный долг перед ней, призван оберегать её. Антропоцентризм не может дальше быть основным представлением, определяющим отношения человека и природы. В настоящее время антропоцентризм начинает рассматриваться как негативная форма мировоззрения, как одна из разновидностей дискриминационных воззрений людей, не отвечающих требованиям истинной этики. Антропоцентризм ориентировал общество на максимальное потребительство. Развитие технологии, расхищение природных богатств, уничтожение животных и растительности, загрязнение окружающей среды привело к истощению природных ресурсов и поставило человечество перед глобальным экологическим кризисом. Для человечества стало очевидно, что необходимы иные мировоззренческие ориентиры, которые не противопоставляют человека природе.

Одной из форм претворения в жизнь новых принципов должно стать изменение отношения к потреблению. Одним из проявлений такого отношения может стать развитие идей экоустойчивой архитектуры, бережное отношение к природе, экономное использование ресурсов, в том числе, отказ от ископаемых источников энергии и переход на альтернативные источники, что непременно должно отразится на архитектуре и градостроительстве. Мы получаем энергию из альтернативных источников, которые находятся в самом городе. Это ветер, энергия земли и воды, солнце. Поскольку они не загрязняют окружающую среду, их можно располагать на крышах домов, в скверах и парках, город будет строиться по иному принципу, а главное будет «зелёным».

2. Для профессионального сообщества необходимо распространение информации об экоустойчивом строительстве. Знания и информация о современных европейских

требованиях к проектированию и строительству должны быть легкодоступны каждому участнику, вовлеченному в процесс создания «зеленых» проектов. Для распространения информации нужно создать и обеспечить работу медиа-ресурсов, проводить различные мероприятия, освещающие успехи экоустойчивой архитектуры, способствовать общению в профессиональной среде, изучение международного опыта, все, что способствует обмену опытом и знаниями [2].

3. Основной частью экоустойчивого строительства являются экологически чистые строительные материалы и другие «зеленые» технологии. Наиболее важным фактором любого материала является его жизненный цикл, который включает в себя добычу сырья, его переработку, производство готовой продукции, транспортировку, применение материалов, эксплуатацию, утилизацию. Необходимо стремиться к максимальному использованию самых чистых и безопасных материалов, которые возможно повторно использовать, переработать или безопасно утилизировать.

Разработка и производство «зеленых» технологий так же очень важна. Важной задачей будет создание научных и производственных программ для получения как новых, так и уже известных и проверенных экологичных технологий, которые смогут использоваться при строительстве объектов.

4. Без государственной поддержки развитие экоустойчивой архитектуры невозможно. Как показывает опыт Европы и Америки, только там, где государство вводит льготное налогообложение, выдаёт субсидии для экоустойчивых проектов - идёт развитие экологических и энергоэффективных проектов. Эти меры делают развитие инновационных проектов успешным с коммерческой точки зрения. С другой стороны, необходимо изменять нормативную базу, ужесточать требования по энергосбережению, утилизации отходов и тд. Пока двигателем развития «зеленой» архитектуры в России является иностранное участие в проекте, как инвестициями, так и привлечением архитекторов.

Развитию экоустойчивости могут послужить формирование социального запроса на экологичность и озеленение общественных пространств, внедрение умных технологий, увеличение объема реконструкции и редевелопмента промышленных территорий.

Архитекторам, девелоперам, важно изучать и перенимать опыт зарубежных городов, схожих по климату нашими городами.

5. Для экоустойчивого развития в области градостроительства важна структура управления и самоуправления городами и поселениями. Развитие управления снизу ведёт к устойчивому развитию, к созданию механизма саморегулирования, самоуправления. Муниципальные образования должны иметь возможность самостоятельно разрабатывать и принимать планы территориального развития и местного градоустройства. Необходимо внести изменения в федеральный закон о местном самоуправлении для предоставления прав муниципалитетам самостоятельно заниматься развитием территорий в рамках границ муниципалитета.

Важно развивать стратегическое планирование территорий на перспективу в 100-200 лет, опираясь на прогнозы развития послеуглеродной энергетики. При получении энергии от возобновляемых источников энергии должен измениться принцип

планирования городов и зданий. Формообразующим фактором станет энергетический след одного человека, который может колебаться от 500 до 1000 квадратных метров в зависимости от вида используемой энергии. Здания и города должны будут иметь достаточные площади для получения энергии, необходимой для функционирования города, транспорта, обеспечения продовольствия. Если сейчас не задумываться о перспективном развитии с учётом альтернативных источников энергии, в будущем могут возникнуть гораздо более серьёзные проблемы развития городов, чем современные транспортные проблемы мегаполисов.

6. России нужна своя, национальная система сертификации, потому что западные системы создавались для другой экономики, другого климата, другого законодательства и нормативной базы. Применение английской системы сертификации на олимпийских объектах в Сочи показало низкую эффективность и формальный подход. Разрабатываемая НП СПЗС и САР система сертификации будет учитывать европейский опыт создания экоустойчивых зданий, но при этом основой системы станут российские реалии. Нужно поручать разработку стандартов, формирующих будущее рукотворной среды обитания профессионалам: архитекторам, проектировщикам, строителям, девелоперам, всем ответственным за конечный результат, имеющим соответствующее образование и профессиональные знания.

Важной задачей для успешного распространения стандартов экоустойчивости является подготовка экспертов в области сертификации экоустойчивости зданий - консультантов и аудиторов. После апробации системы сертификации экоустойчивости зданий курсы по подготовке этих специалистов должны быть организованы при каждом сертификационном центре.

Выводы

Применение технологий «зеленой» архитектуры поспособствует снижению негативного воздействия населенных пунктов на природные системы и человека, а также обеспечит комфорт проживания людей. России, как и другим странам, необходимо развивать экоустойчивую архитектуру, обращаться к наилучшим технологиям и стимулировать появление новых «зеленых» зданий.

Библиография

1. Бойко А.А., Крюков Н.А., Саньков П.Н. Принцип создания устойчивости и экоустойчивости архитектуры // X Международная студенческая научная конференция. Студенческий научный форум - 2018.

2. Иванова, З. И. Архитектура и биосфера: социальные требования к экоустойчивому проектированию / З. И. Иванова // Казанская наука. – 2014. – № 8. – С. 163-165.

3. Мухитова А.Н., Хисаметдинова А.Р., Хисаметдинова А.Р., Балагура Н.Ю. Зелёные технологии в строительстве. Экологическая архитектура // Вестник УлГТУ. 3/2012. С. 65-66.

4. Ремизов, А. Н. О стимулировании экоустойчивой архитектуры и строительства / А. Н. Ремизов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2013. – № 1(168). – С. 15-17.

Экологические последствия программы реновации жилья 2017 года в Москве

Марценюк В.А.* (МГРИ, martseniukva@yandex.ru)

Аннотация

В настоящее время в Москве, действует программа «Реновация жилья в Москве», которая была предложена в 2017 году. Она рассчитана на 15 лет, планируется расселить около восьми тысяч домов и улучшить жилищные условия более полутора миллиона человек. Но кроме всех положительных аспектов программы, необходимо отметить, что экологическая ситуация в городе может ухудшиться.

Ключевые слова

Реновация, программа реновации в Москве, жилищный фонд, экологические последствия.

Теория

Реновация (renovatio) в переводе с латыни означает «обновление. Можно сказать, что реновация - это содержание, обслуживание, реконструкция, восстановление и обновление жилищного фонда населенного пункта. Процесс реновации направлен на улучшение жилищных условий граждан, благоустройство и повышение комфортабельности городской среды. Под понятием «реновация» в основном подразумевается снос старых жилых зданий и возведение новых. Но следует знать, что к этому явлению можно также отнести реконструкцию и расширение строений.

Реновация жилищного фонда в городе Москве - это комплекс мероприятий, нацеленный на обновление среды жизнедеятельности и создание благоприятных условий проживания граждан, общественного пространства с целью предотвращения роста аварийного жилищного фонда в городе Москве, гарантирования развития жилых территорий и их благоустройства. Программа реновация рассчитана на период до 2032 года. Если говорить кратко, то основной целью реновация является совокупное решение градостроительных проблем, которые обеспечивают повышение качества жизни жителей реновируемого объекта.

Экологические последствия программы реновации в Москве могут привести к тому, что качество жизни горожан ухудшиться. Наиболее серьезными и значимыми последствиями программы реновации в Москве можно считать:

1. Уничтожение части зеленых насаждений.

По экспертным подсчетам, по окончании программы реновации Москва может лишиться примерно 27 миллионов квадратных метров зеленых насаждений, что составляет около 7% от общих площадей древесной растительностью. Если подсчитать потери по отдельным районам, то они могут достигать 25%. Главным образом уничтожаются насаждения 40-60-летнего возраста, которые считаются самыми эффективными среди озелененных территорий города. Они выполняют значимые и незаменимые для населения Москвы экосистемные функции по поддержке благоприятной окружающей среды.

2. Уплотнение застройки

Площадь, возведенного нового жилья в Москве, станет в разы больше, чем было утверждено в законопроекте. Изначально, в проекте говорилось о том, что коэффициент уплотнения городской застройки будет равен 1,4. Этот коэффициент связан с тем, что квартиры, построенные для переселения, будут на 30% больше прежних. Всего в рамках программы должны построить примерно 20 миллионов квадратных метров, что на 5 миллионов квадратных метров больше, чем снесли.

3. Увеличение количества строительных отходов

В среднем, Москва ежегодно производит семь миллионов тонн строительного мусора. Снос одного пятиэтажного дома предполагает образование трех тысяч метров, то есть ежегодно программа реновации добавит еще полтора миллиона тонн отходов ежегодно. Материалы, полученные в процессе демонтажа зданий, либо вывозятся на полигон, либо подвергаются утилизации, позволяющей использовать отходы как вторичные материальные или энергетические ресурсы. Доминирующим способом обращения с отходами остается вывоз их на полигоны, но он является самым экономически, и, главное, экологически невыгодным. Возможности любого полигона ограничены, это провоцирует появление огромное количество несанкционированных свалок на территории лесов, оврагов, пустующих территориях, следовательно, экологическая ситуация ухудшается.

Для более подробного изучения последствий был выбран район Москвы – Проспект Вернадского, западного административного округа. Всего с 1962 года по 1963 было построено 6 кварталов в районе Проспект Вернадского. По программе реновации планируется расселить и демонтировать три с половиной квартала, а это 59 домов. На данный момент, 7 жилых домов полностью расселены и переданы под снос, из них 2 уже демонтированы, а 5 домов находятся еще на стадии расселения.

Согласно концепции развития района, количество жилой площади должно увеличиться в 2,3 раза, что непременно приведет к уплотнению плотности населения района, а это может негативно отразиться на уровне загруженности инфраструктуры.

За время действия программы было построено 9 высоток, но на территории вокруг возведенных домов практически отсутствует растительность, можно заметить только газон и кустарники. На рисунке 1 представлен спутниковый снимок, на котором показан дом, построенный по программе реновации, и его придомовое пространство (адрес: Проспект Вернадского д. 61, к3). А цифрами на рисунке отмечены пятиэтажные дома, вошедшие в программу реновации. На картинке заметно, что растительности вокруг них гораздо больше, и опасность заключается в том, что при демонтаже зданий, все деревья могут быть уничтожены.

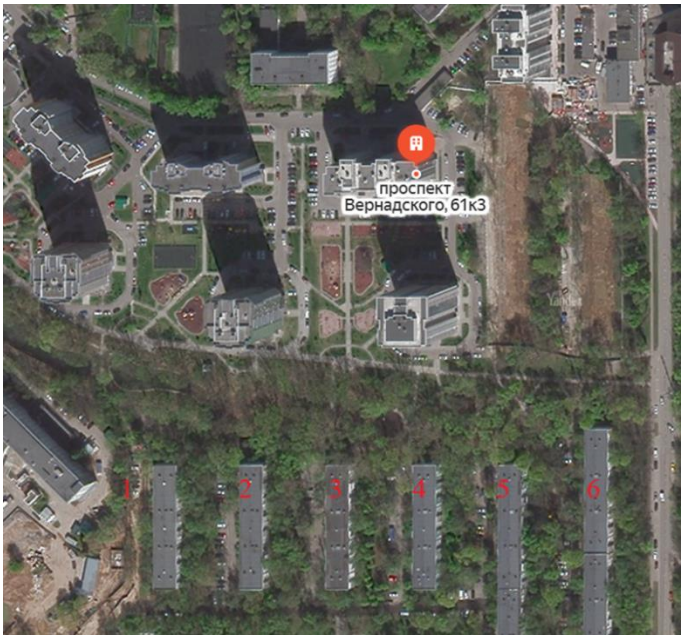


Рисунок 1 - спутниковый снимок территории, на которой расположен дом по адресу проспект Вернадского 61, к3. На рисунке цифрами (1, 2, 3, 4, 5, 6) отмечены дома, которые попадают под программу реновации.

Выводы

Реновация- это комплекс процессов, направленных на возобновление и улучшение состояния объекта реновации.

Изучить экологические последствия программы реновации жилья 2017 года в Москве еще не представляется возможным в полном объеме, так как с ее начала прошло только четыре года. Но уже можно выделить несколько негативных последствий для экологической ситуации в Москве, это: увеличение плотности населения, так как дома, построенные на смену пятиэтажных домов, имеют большую общую жилую площадь и этажность; программа реновации должна происходить с помощью технологий «умного сноса», который предполагает использование полученных материалов вторично, но это все же может спровоцировать рост количества отходов на полигонах Москвы и Московской области.

Район Проспект Вернадского начал работать по программе реновации еще в 2018 году, сразу после вступления нового закона в силу. Значит, можно оценить промежуточные результаты программы реновации. В связи с тем, что площадь жилой застройки увеличивается, может возрасти плотность и численность населения, что негативно скажется на загруженности инфраструктуры района. Предполагаемых зеленых дворов и скверов пока тоже нельзя заметить, двор изученного дома насчитывает около 50 саженцев.

Подводя итог, можно сказать, что программа реновации жилья в Москве несет в себе много противоречащих последствий, которые пока нельзя обобщить, так как программа еще действует. В настоящий момент, негативных аспектов программы можно

отметить больше, чем положительных, но все еще может измениться в ходе программы. Об этом можно будет судить только после полного окончания программы и исполнения всех прописанных обязательств перед гражданами.

Библиография

1. О реализации программы реновации в городе Москве [электронный ресурс]: материал с сайта http://www.cyberleninka.ru/-Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/o-realizatsii-programmy-renovatsii-v-gorode-moskve/viewer (дата обращения: 20.11.2021);
2. Реновации как направление воспроизводства жилищного фонда [электронный ресурс]: материал с сайта http://www.cyberleninka.ru/-Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/renovatsii-kak-napravlenie-vosproizvodstva-zhilischnogo-fonda (дата обращения: 20.11.2021);
3. Экологический подход к программе реновации жилой среды [электронный ресурс]: материал с сайта http://www.cyberleninka.ru/-Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskiy-podhod-k-programme-renovatsii-zhiloy-sredy (дата обращения: 20.11.2021);
4. Программа реновации жилья в Москве (2017) [электронный ресурс]: материал с сайта http://www.wikipedia.org/-Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Программа_реновации_жилья_в_Москве_(2017) (дата обращения: 20.11.2021);

Биологическая значимость засоления нефтешламов для месторождений Западной Сибири

Морозов А.В.* (МГУ имени М.В.Ломоносова, morozov8pro@yandex.ru),
Григорьева И.Ю. (МГУ имени М.В.Ломоносова, ikagrig@inbox.ru)

Аннотация

Проблема образования, утилизации или рекультивации нефтешламов на территории месторождений Западной Сибири на сегодняшний день является одной из наиболее значимых. В технологическом процессе на добывающих предприятиях используется огромное количество растворов и рассолов, которые в случае аварийных ситуаций, попадают в окружающую среду и могут взаимодействовать с нефтезагрязнёнными грунтами (нефтешламами).

Засоление грунтов, которые уже подвержены углеводородному загрязнению, может вызывать абсолютно новые биологические реакции у живых организмов. С целью определения возможностей взаимодействия углеводородного и солевого загрязнений, а также эффекта, оказываемого на высшие растения, как живые организмы, находящиеся в непосредственном контакте с грунтовой системой, был проведен эксперимент, результаты которого свидетельствуют о первостепенной биологической значимости засоления нефтешламов, что должно учитываться при планировании мероприятий по их рекультивации.

Ключевые слова

Нефтешлам, фитотестирование, углеводородное загрязнение, засоление, горчица белая (*Sinapis A.*)

Теория

Ежегодно на территории действующих нефтяных и нефтегазовых месторождений Западной Сибири образуются большие объемы нефтешлама – грунта, который содержит в себе определенное количество нефти или нефтепродуктов (рис. 1). Самым распространенным типом нефтешлама является загрязненный нефтепродуктами песчаный грунт [2]. Каждое добывающее предприятие оборудовано большим количеством сопутствующих технических объектов, которые в свою очередь могут являться источником опережающего засоления грунтов, за счет сточных промысловых вод, промывочных жидкостей и других веществ, применяемых для извлечения нефти [4]. Наиболее крупные месторождения, находящиеся в пойме р. Обь – «Усть-Балыкское» и «Южно-Сургутское». В виду своей геоморфологической приуроченности основным грунтом, подверженным загрязнению нефтью и нефтепродуктами, на данных месторождениях является кварцевый песок. Физические свойства добываемой нефти предполагают использование специальных растворов для уменьшения ее вязкости и повышения коэффициента нефтеотдачи [3].

В связи с этим были созданы модели нефтешлама на основе песчаного грунта, загрязненного дизельным топливом в различных концентрациях, а также модели с комбинированным загрязнением дизельным топливом и раствором хлорида натрия, и проведен эксперимент по фитотестированию с применением культуры горчицы белой

(*Sinapis Alba*). Основная цель, которая была поставлена в данном эксперименте − оценка биологической значимости засоления загрязненных углеводородами песчаных грунтов.

Рисунок 1. *Разлив нефти и нефтепродуктов на одном из месторождений Западной Сибири (фото А.В.Морозова).*

Исследования проводились по регламентированной методике ГОСТ Р ИСО 18763-2019 [1] планшетного фитотестирования, с контролем влажностных характеристик проб на протяжении эксперимента. По истечению инкубационного периода измерялись морфометрические показатели (длина корня и ростка) и всхожесть семян горчицы белой [5].

Одиночное загрязнение песчаного грунта дизельным топливом в концентрациях 3% и 5% по массе оказывает стимулирующее воздействие на рост и развитие тест-культуры – горчицы белой, по сравнению с контролем (рис. 2). Данный эффект может быть связан с органической природой углеводородов и, следовательно, содержанием питательных веществ в диапазоне толерантности для данного растения. При концентрациях дизельного топлива 1% и 7% по массе наблюдается снижение исследуемых тест-параметров, причем, низкое содержание углеводородов оказывает более значимый токсический эффект, чем высокое. Данные закономерности могут быть связаны с недостатком полезных компонентов в случае низкой концентрации и избытком в случае высокой.

Комбинированное загрязнение песчаного грунта дизельным топливом и раствором хлорида натрия (*NaCl*) в концентрации 0,1% по массе резко снижает исследуемые морфологические показатели тест-культуры (рис. 3). В данном случае эффекта стимулирования не наблюдается.

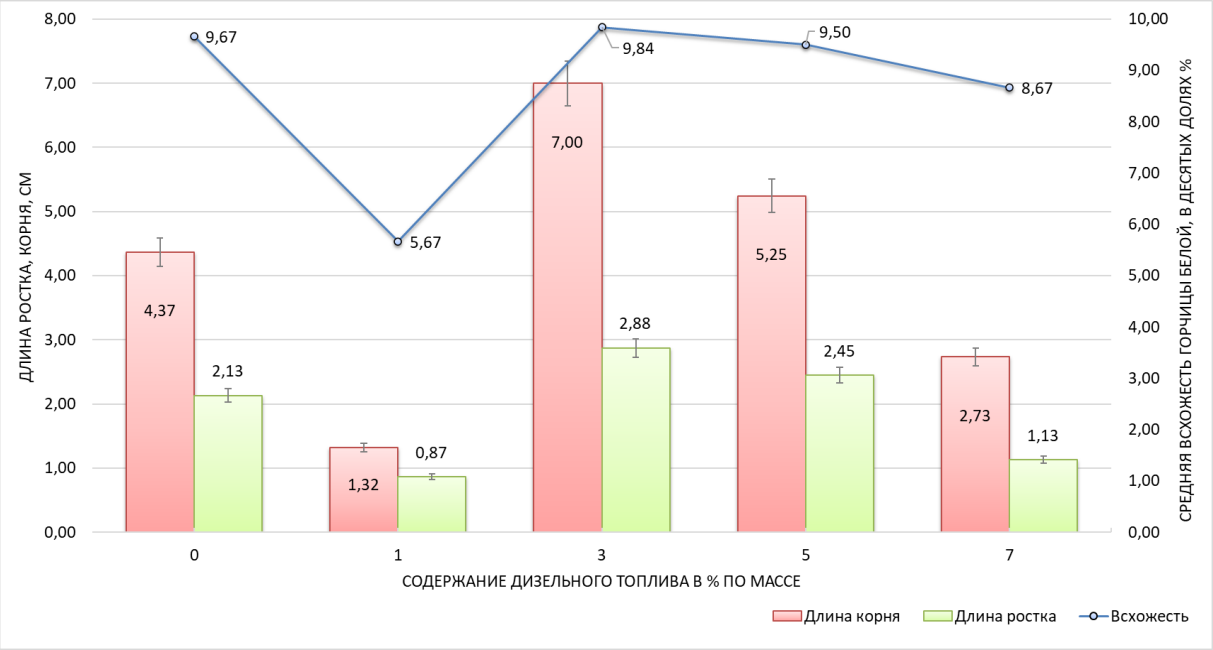


Рисунок 2. *Зависимость значений исследуемых тест-параметров горчицы белой (Sinapis alba) от содержания дизельного топлива в песчаном грунте.*

В независимости от концентрации дизельного топлива внесение в грунтовую систему раствора хлорида натрия (*NaCl*) даже в небольшой концентрации подавляет рост и развитие горчицы белой. Главным образом снижается биомасса проросших растений. Наибольший токсический эффект наблюдается в концентрации дизельного топлива 5% и *NaCl* 0,1% по массе.

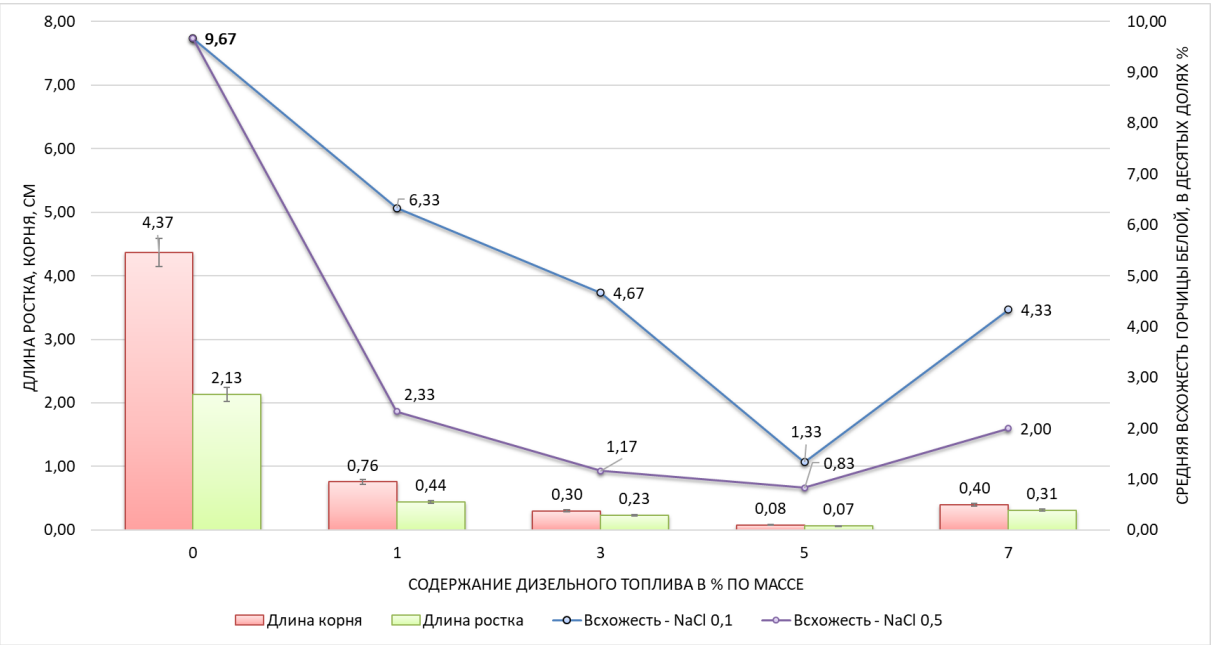


Рисунок 3. *Зависимость значений исследуемых тест-параметров горчицы белой (Sinapis alba) от содержания дизельного топлива и раствора хлорида натрия (NaCl) в % по массе в песчаном грунте.*

При комбинированном загрязнении песчаного грунта дизельным топливом и раствором хлорида натрия (*NaCl*) в концентрации 0,5 % по массе можно также отметить наличие острого токсического эффекта (рис. 3).

В этом случае наибольшую биологическую значимость имеют загрязнения дизельным топливом в концентрации 1% и 7% по массе в сочетании с хлоридно-натриевым загрязнением. Однако главным образом, в отличие от более низкой концентрации *NaCl*, снижается всхожесть семян, а не биомасса проростков.

Выводы

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что в случае одиночного загрязнения нефтешлама, в зависимости от концентрации возможен как небольшой токсический эффект, так и стимулирующее воздействие углеводородных компонентов загрязнителя на используемую тест-культуру.

При засолении нефтешлама наблюдается эффект синергизма двух загрязняющих веществ. Даже в случае небольших концентраций хлорида натрия (0,1% и 0,5% по массе) отмечается резкое снижение исследуемых морфологических показателей тест-культуры. Увеличение концентрации хлоридно-натриевого загрязнения меняет направленность токсического воздействия: с уменьшения длины ростков и корней проросших семян до полного снижения способности к прорастанию семян у исследуемой тест-культуры горчицы белой (*Sinapis A.*).

Для месторождений Западной Сибири, особенно расположенных на пойменных участках, в условиях загрязнения песчаных грунтов нефтью и нефтепродуктами, при оценке возникновения возможных токсических эффектов, необходимо принимать во внимание, что основную биологическую значимость имеет именно хлоридно-натриевое загрязнение. Биологическая значимость засоления нефтешламов оказывается весьма существенной даже при незначительных концентрациях. Следует особо подчеркнуть, что в этом случае диагностика наличия солевого загрязнения в нефтезагрязненных песках (нефтешламах) представляет особую сложность из-за происходящих физико-химических взаимодействий в грунтовой системе.

При этом рекультивационные мероприятия, особенно при реализации их биологического этапа, требуют всестороннего учёта данного обстоятельства.

Библиография

1. ГОСТ Р ИСО 18763-2019. Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадия развития высших растений // М.: Стандартинформ, 2019. — 27 с.

2. Григорьева И. Ю., Баранов Д. Ю., Абызова А. М. Особенности рекультивации нефтезагрязнённых территорий в условиях Западной Сибири // Инженерные изыскания. — 2015. — № 13. — С. 48-54.

3. Новиков А. А., Федяева И. М. Сравнительная анализ свойств нефтей месторождений Западной Сибири, Вестник Югорского Государственного университета, 2010. − В. 4 (19). — С. 81-83.

4. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.

5. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы. Почвоведение. 2011. №2. 190 с.

Характер и степень воздействия мегаполиса на экологическое состояние рек (на примере реки Москвы)

Никифорова Е.Д.* (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе", himmlichsee@mail.ru),
Хлебосолова О.А. (ФГБОУ ВО "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе", o.hlebosolova@mail.ru)

Аннотация

В данной статье представлены результаты оценки экологического состояния реки Москвы и ее притоков. В связи с ростом численности городского населения, увеличением площади городских территорий, активизацией хозяйственной и иной деятельности экологическое состояние рек, протекающих в пределах городов и мегаполисов, резко ухудшилось. Не является исключением река Москва, значительная часть которой протекает в пределах крупного мегаполиса. В пределах города Москвы вследствие канализирования полностью утрачено 40 малых рек и ручьев. Основными источниками загрязнения являются недостаточно очищенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки. Исследования характера и степени воздействия мегаполиса на экологическое состояние рек являются основой научно обоснованных управленческих решений при разработке градостроительной политики.

Ключевые слова

Экологическое состояние рек, река Москва, урбанизация

Теория

Антропогенное воздействие на экологическое состояние рек постепенно нарастало начиная с первых поселений, появившихся в бассейне реки Москвы еще в каменном веке. В VIII веке началось активное освоение территорий по берегам малых рек, впадающих в р. Москву. В наши дни в бассейне реки Москвы расположен ряд крупных городов: Можайск, Звенигород, Красногорск, Москва, Дзержинский, Лыткарино, Жуковский, Раменское, Бронницы, Воскресенск, Коломна. Крупные города оказывают существенное воздействие на состояние окружающей среды. Развитие городов закономерно приводит к увеличению степени их воздействия. На территории городов расположены наблюдательные пункты государственной сети мониторинга. Исследование характера и степени воздействия городов на состояние окружающей среды позволяют принимать научно обоснованные управленческие решения при разработке моделей развития их территорий.

В данном исследовании на основании анализа литературных источников определен характер и степень воздействия города Москвы на экологические состояние реки Москвы и ее притоков. Город Москва расположен в среднем течении реки Москвы, что позволяет провести оценку путем сопоставления характеристик ключевых участков, расположенных до вхождения реки в город, на территории города, и ниже по течению.

Были проанализированы данные режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод, отраженные в государственных докладах.

Река Москва является левым притоком реки Оки и входит в бассейн реки Волги. Площадь бассейна реки Москвы составляет 17 600 км². Река Москва и ее притоки относятся к равнинным рекам. Длина реки Москвы по старому руслу 502 км, после спрямления русла и с учётом неоднозначности истока - 473 км. Река протекает в Московской и частично в Смоленской областях [2]. Длина реки в черте города Москвы составляет 83 км. В естественном русле ширина реки варьируется от 20-30 м на западе и 300-500 м на востоке. На территории города Москвы ширина реки варьируется от 120 до 200 метров. Глубина изменяется от 3 до 6 метров. Выше Перервинского гидроузла глубина доходит до 14 метров. Почти на всем протяжении река Москва имеет ярко выраженные продольные террасы, сложены аллювиальными отложениями. Долина реки Москвы состоит из: поймы высотой 4 - 5 м над урезом воды; первой надпойменной террасы, высотой 8 - 10 м над урезом воды; второй надпойменной террасы, высотой 5 - 20 м над урезом воды; третьей надпойменной террасы, высотой 30 - 35 м над урезом воды [1].

Всего в Москву-реку впадает 362 речки и более 500 ручьев, из них в границах города Москвы около 70 притоков. По степени техногенной трансформации малые реки г. Москвы могут быть классифицированы [4]:

1 класс - сохранившиеся полностью, открытые на 90% протяженности;

2 класс - умеренно трансформированные, открытые на 90-50% протяженности;

3 класс - сильно трансформированные, открытые на 49-10% протяженности;

4 класс - полностью утраченные, закрытые на 90% протяженности.

На территории города Москвы полностью утрачено 40 малых рек и ручьев, сильно трансформированы - 27, умеренно трансформированы - 28; сохранившиеся - 38. Общая протяженность открытых русел на территории города Москвы составляет порядка 310 км. Состояние малых рек, оказывают влияние на речные системы более высокого порядка. Оценить состояние полностью канализированных малых рек крайне затруднительно из-за отсутствия доступа в коллекторы. Речные коллекторы загрязнены бытовым мусором, в донных отложениях аккумулируются загрязнения (рис.1). Коллекторные волны, возникающие из-за сбросов с предприятий, обильных осадков, выносят загрязнение в главную реку.

Не встречая на своем пути каких-либо преград, в коллекторы попадаю водоплавающие птицы, некоторые млекопитающие, рыбы. Ввиду отсутствия света, пищи, возможности выбраться многие из них погибают. Вследствие канализирования и хозяйственного освоения территорий экосистемы долин малых рек практически полностью утрачены.

Недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, поступающие с очистных сооружений городов, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в речную сеть, являются основными источниками загрязнения водотоков. Взвешенные и органические вещества, соединения азота и

фосфора, нефтепродукты, фенолы, АПАВ и тяжелые металлы являются наиболее характерными загрязняющими веществами.

На реках бассейна реки Москвы ежегодно наблюдаются случаи высокого загрязнения. Уровень загрязнения поверхностных вод, превышающий ПДК в 3-5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10-50 раз для веществ 3 и 4 классов, в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа, считается высоким.

Рисунок 1. *Коллектор реки Чечера.*

По данным, представленным в обзоре состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2020 год, на реке Москве был зафиксирован 101 случай высокого загрязнения, на реке Рожае - 29 случаев, на реке Закза - 17 случаев, на реке Пахра -14 случаев. Динамика числа случаев высокого загрязнения рек отражена в таблице 1. От состояния вод притоков зависит состояние вод главной реки. На протяжении 2013-2020 гг. на реке Москве наблюдается наибольшее число случаев высокого загрязнения [3].

Таблица 1. Распределение случаев высокого загрязнения по рекам в 2013-2020 гг

Река /год	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Москва	101	117	122	141	162	157	136	215
Закза	17	22	28	20	20	20	25	19
Пахра	14	39	34	23	48	33	21	39

Рожая	29	26	16	15	25	18	20	14

На реке Москве расположен ряд наблюдательных створов:

Створ 1 – г. Звенигород, 0,3 км выше города;

Створ 2 – г. Звенигород, 1,4 км ниже города;

Створ 3 – в черте города Москвы, на 0,3 км выше Бабьегородской плотины;

Створ 4 – на выходе из города Москвы, на 0,01 км выше шоссейного моста кольцевой автодороги.

По комплексу гидрохимических показателей наибольшие среднегодовые значения концентраций загрязняющих веществ (БПК5, нитритный азот, нефтепродукты, фенолы) имеют место в створах 3 и 4, расположенных в городе Москвы.

Выводы

В пределах мегаполиса происходят изменения плотности гидрографической сети, трансформируется рельеф речных долин, в воды с промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками попадают загрязняющие вещества.

В черте города Москвы экосистемы долин малых рек практически полностью утрачены вследствие канализирования и хозяйственного освоения территорий, при этом в коллекторах образуются специфические условия, пригодные для обитания некоторых живых организмов. Также, забранные в коллектор реки продолжают принимать и переносить загрязняющие вещества, образовывать русловые формы рельефа. Состояние канализированных рек сложно оценить ввиду труднодоступности, необходимо проведение дополнительных исследований.

Для рек бассейна реки Москвы наиболее характерными загрязняющими веществами являются взвешенные и органические вещества, соединения азота и фосфора, нефтепродукты, фенолы, АПАВ и тяжелые металлы. Наибольший уровень загрязнения наблюдается на р. Москве в черте города Москвы.

Библиография

1. Быков В.Д. Москва-река [Электронный ресурс] / В. Д. Быков. - М., 1951 (2016). - 108 с.

2. Озерова Н.А. Москва-река в пространстве и времени. - М.: Прогресс, 2014. - 318 с.: ил.

3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/?year=2020&ID=90. Дата обращения: 30.01.22;

4. О Концепции по восстановлению малых рек и русловых водоемов города Москвы и первоочередных мероприятиях по реализации Концепции на период 2003—2005 гг.: Постановление Правительства Москвы от 17 июня 2003 года № 450-ПП – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.mos.ru/authority/documents/doc/14708220/. Дата обращения: 25.01.22;

Изотопные отношения Sr-90/Cs-137 в разных мерзлотных условиях (на примере Ненецкого автономного округа)

Пучков А.В.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, andrey.puchkov@fciarctic.ru), Яковлев Е.Ю. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru)

Аннотация

Настоящее исследование направлено на выявление особенностей миграции техногенных радионуклидов Sr-90 и Cs-137 по торфяному профилю в условиях разного залегания кровли многолетнемерзлых пород на территории Ненецкого автономного округа. Регистрация техногенного радионуклида Cs-137 осуществлялась с применением гамма-спектрометра на основе полупроводникового детектора. Регистрация техногенного радионуклида Sr-90 осуществлялась с применением бета-радиометра после предварительной радиохимического пробоподготовки. Метод изотопного отношения по представленным радионуклидам позволит оценить барьерную функцию многолетнемерзлых пород для миграции радионуклидов.

Ключевые слова

Изотопные отношения, техногенные радионуклиды, многолетнемерзлые породы, тундровые территории

Источники финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 20-77-10057.

Теория

Арктические территории, к которым относится Ненецкий автономный округ, с момента начала атомной эры, подверглись существенному воздействию техногенной радиоактивности, имевшему глобальные и локальные источники. Основными источниками техногенной радиоактивности в Арктике являлись глобальные выпадения в результате атмосферных ядерных испытаний, результате испытаний, проводимых на единственном в Арктике ядерном полигоне на Новой Земле с 1955 по 1990 гг., последствия Чернобыльской катастрофы 1986 г., проведение ядерных взрывов в мирных целях [1].

Техногенные радионуклиды Cs-137 и Sr-90 на сегодняшний день являются одними из основных дозообразующих радиоактивных загрязнителей по причине больших периодов полураспада и значительного уровня атмосферного выпадения [2]. В связи с этим актуальность и необходимость изучения особенностей миграции и поведения данных радионуклидов не вызывает сомнений. При этом тундровые территории Ненецкого автономного округа имеют ряд особенностей, которые оказывают влияние на мобильность радиоактивных изотопов, в том числе и на изучаемые Cs-137 и Sr-90. Одними из таких особенностей являются присутствие многолетнемерзлых пород (ММП) и изменение их температурного режима в результате изменения климата [3]. Так,

исследования Института Криосферы СО РАН в нижней части бассейна реки Печоры показывают, что с начала 80-х годов для ММП характерен высокий для криолитозоны тренд потепления – 0,08 ºС/год [3].

Основной целью данной работы является выявление особенностей миграции техногенных радионуклидов Sr-90 и Cs-137 по торфяному профилю в условиях разного залегания кровли ММП на территории Ненецкого автономного округа.

Материалы и методы

В результате экспедиционных работ, проведенных в период с июня 2020 по август 2021 гг., произведен отбор 36 проб торфа из 10 торфяных профилей глубиной от 7 до 30 см (в зависимости от залегания кровли ММП). Отбор проб торфа по профилю проводился на глубину до кровли ММП. Пробы упаковывались на месте, маркировались и направлялись в лабораторию для дальнейших процедур подготовки проб и измерениям радиационных характеристик. Уровень залегания кровли ММП определялся в летние месяцы (июль-август). Измерение радиационных характеристик проводилось с применением полупроводникового гамма-спектрометрического комплекса ORTEC с детектором GEM 10 в низкофоновом исполнении с азотным охлаждением (для определения удельной активности Cs-137) и низкофонового альфа-бета-радиометра РКС-01А «Абелия» (для определения удельной активности Sr90 по его дочернему радионуклиду Y90 после предварительной радиохимической подготовки).

Результаты

Ключевыми участками в рамках данного исследования были бассейны рек Печора (устьевая часть), Несь и Вижас. Данные участки характеризуются разными мерзлотными условиями, а также разным содержанием техногенных радионуклидов в торфе. Максимальная глубина залегания кровли ММП в бассейне реки Несь составила 15 см, Вижас – 23 см и Печора – 30 см. Данные результаты никак не характеризуют характер распространения ММП по направлению с запада на восток. Изменение залегания кровли ММП связано с отепляющим эффектом бассейна рек, что наиболее сильно наблюдается в нижней части реки Печора.

Удельные активности Cs-137 и Sr-90 в отобранных профилях в целом соизмеримы и находятся в диапазоне от 7,4 Бк/кг до 101,0 Бк/кг со средним значением 44,6 Бк/кг для Cs-137 и в диапазоне от 3,8 Бк/кг до 25,4 Бк/кг со средним значением 13,4 Бк/кг для (значения указаны для верхнего 10 см горизонта). Для каждого исследованного горизонта мы определили изотопное соотношение Sr-90/Cs-137. Так как высота каждого измеренного горизонта отличается (от 2 до 11 см), для более наглядного представления результатов оценки изотопных соотношений удельные активности техногенных радионуклидов мы рассчитали по каждому профилю для верхних 10 см торфа (пропорционально исходным массам высушенного торфа). Распределение удельных активностей техногенных радионуклидов и их соотношений по горизонтам, а также для верхнего 10 см горизонта, указаны в таблице 1.

Таблица 1. Радиационные и физические характеристики проб торфа

Обозначение профиля	Глубина	Удельная активность, Бк/кг	Глубина залегания	Отношение Sr-90/Cs-137	Отношение Sr-90/Cs-137

	горизонта, см	S_{r-90}	C_{s-137}	кровли ММП, см	по горизонтам, отн. ед.	для 10 см горизонта, отн. ед.
ПТ 1, слой 1	10	0,52	71,0	28	0,29	0,29
ПТ 1, слой 2	8	9,8	17,8		0,55	
ПТ 1, слой 3	5	4,8	1,3		3,69	
ПТ 1, слой 4	5	1,2	0,5		2,4	
ПТ 2, слой 1	9	4,9	24,1	29	0,20	0,20
ПТ 2, слой 2	9	21,2	39,2		0,54	
ПТ 2, слой 3	6	12,4	3,7		3,35	
ПТ 2, слой 4	5	3,7	1,2		3,08	
ПТ 3, слой 1	10	25,4	101,0	25	0,25	0,25
ПТ 3, слой 2	8	15,3	23,0		0,67	
ПТ 3, слой 3	4	5,2	1,6		3,25	
ПТ 3, слой 4	3	3,5	1,1		3,18	
ПТ 4, слой 1	11	6,5	30,5	30	0,21	0,21
ПТ 4, слой 2	10	8,3	17,0		0,49	
ПТ 4, слой 3	5	7,5	3,1		2,42	
ПТ 4, слой 4	4	2,5	1,1		2,27	
ВТ 1, слой 1	9	19,8	87	25	0,23	0,23
ВТ 1, слой 2	7	26,3	40,7		0,65	
ВТ 1, слой 3	4	12,2	14,6		0,84	
ВТ 1, слой 4	4	1,3	1,2		1,08	
НТ 2, слой 1	3	26,0	64,0	10	0,41	0,49
НТ 2, слой 2	3	8,2	4,6		1,78	
НТ 2, слой 3	3	0,3	0,5		0,62	

НТ 5, слой 1	5	28,0	57,0		0,49	
НТ 5, слой 2	5	4,6	21,2	13	0,22	0,41
НТ 5, слой 3	3	1,2	2,5		0,48	
НТ 6, слой 1	3	29,1	78,0		0,37	
НТ 6, слой 2	2	8,3	4,1	7	2,02	0,45
НТ 6, слой 3	2	1,1	0,2		5,24	
НТ 7, слой 1	3	18,9	62,0		0,30	
НТ 7, слой 2	2	7,2	9,8	7	0,73	0,36
НТ 7, слой 3	2	2,5	1,8		1,39	
НТ 8, слой 1	5	6,4	10,4		0,62	
НТ 8, слой 2	5	1,6	5		0,32	
НТ 8, слой 3	3	0,8	2,7	15	0,30	0,51
НТ 8, слой 4	2	0,4	1,9		0,21	

Точки отбора торфяных профилей и значения изотопных отношений представлены на рисунке 1.

Результаты проведенных исследований показывают, что миграционная способность радионуклидов повышается при углублении кровли ММП. При этом скорость миграции у Sr-90 выше, чем у Cs-137 [4]. Cs-137 остается в более верхних горизонтах, тогда как Sr-90 проникает глубже по профилю. В связи с этим при увеличении глубины ММП происходит снижение изотопного отношения с достаточно сильной обратной корреляционной зависимостью (R = -0,84). Изотопные отношения для бассейна реки Несь находятся в пределах от 0,36 до 0,51, что немного ниже, чем рассчитанное для глобальных выпадений (по литературным источникам данное отношение составляет 0,6) [5]. По результатам исследования устьевой части реки Печора с более глубоким залеганием ММП видно, что торфяной горизонт на глубине от 10 до 20 см наиболее соответствует характеристикам глобальных выпадений (изотопное отношение составляет от 0,49 до 0,65), что говорит о том, что при оттаивании ММП миграционная способность радионуклидов увеличивается.

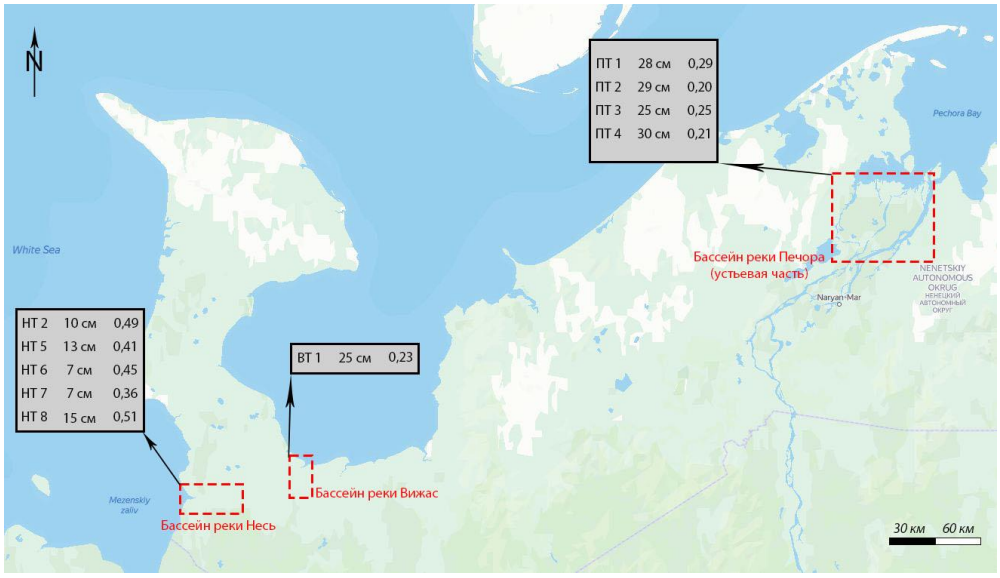


Рисунок 1. *Схема отбора и основные характеристик проб (в таблице в первой колонке обозначен профиль, во второй – глубина кровли, в третьей – изотопное отношение для 10 см горизонта)*

Выводы

ММП играют существенную барьерную роль для миграции радионуклидов. При оценке изотопных отношений с целью выявления источника загрязнения необходимо принимать во внимание влияние данного барьера.

Библиография

1. Matishov, G.G., Matishov, D.G., Usyagina, I.S., Kasatkina, N.E. (2014). Long-term dynamics of radioactive contamination in the Barents-Kara region (1960-2013), Doklady Earth Sciences, 458(4), 473-479

2. AMAP Assessment (2015): Radioactivity in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway

3. Медведков, А.А. (2019). Ненецкий автономный округ: экологические угрозы в условиях изменения климата и ресурсного освоения его территории. Материалы конференции «Современные направления развития физической географии: научные и образовательные аспекты в целях устойчивого развития», Минск, 2019. С 178-181.

4. Cwanek, A., Łokas, E., Nguyen, C. D., Zagórski, P. (2021). 90Sr level and behaviour in the terrestrial environment of Spitsbergen. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry volume 327, p. 485–494.

5. Herranz, M., Romero, L.M., Idoeta, R., Olondo, C., Valiño, F., Legarda, F. (2011). Inventory and vertical migration of 90Sr fallout and 137Cs/90Sr ratio in Spanish. Journal of Environmental Radioactivity, 102, 987-994.

Плотность потока радона в условиях оттаивания мерзлого грунта (имитация многолетнемерзлых пород)

Пучков А.В.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, andrey.puchkov@fciarctic.ru), Яковлев Е.Ю. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru), Тышов А.С. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, tyshov@yandex.ru)

Аннотация

Настоящее исследование направлено на выявление особенностей поведения радона при изменении температурных свойств почвы в условиях замораживания контрольного объекта с повышенным содержанием радия-226. Регистрация плотности потока радона проводилась с применением комплекса измерительного для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов «Альфарад плюс». По результатам исследования выявлено резкое повышение плотности потока радона на поверхности земли после оттаивания источника радона, помещенного на глубину 1,6 м. Данный эксперимент показал, что мерзлое состояние почв является значительным барьером для миграции радиоактивного газа радон.

Ключевые слова

Плотность потока радона, вечная мерзлота, эксперимент, радий-226

Источники финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 20-77-10057.

Теория

Проблема изменения климата за последние несколько лет выросла до наиболее актуальной проблемы во всем мире. Последствия изменений климата можно наблюдать повсеместно, начиная с изменения рельефа, растительности, животного мира, и заканчивая техногенными инцидентами и авариями [1].

Одним из важнейших негативных результатов потепления климата является процесс оттаивание вечномерзлых грунтов, что как раз и приводит к изменению рельефа. Процесс оттаивания мерзлоты приводит к высвобождению различных газообразных веществ, которые в свою очередь могут ускорить изменение климата. Например, парниковые газы [2,3]. При этом одним из факторов, оставшегося без внимания оказалась естественная радиоактивность, присутствующая повсеместно в геологической среде. Особенно в данном случае выделяется природный радиоактивный газ радон по причине своей подвижности и инертности [4].

Среди литературных данных на текущий момент существует крайне мало информации о поведении радона в мерзлых породах и почвах, а также при их оттаивании [4]. Но несмотря на это существующие в основном теоретические научные работы показывают, что мерзлота является значительным барьером для потоков радона на поверхность земли.

Цель данного исследования показать влияние процесса оттаивания мерзлых почв на поток радона в условиях проведения длительного эксперимента (имитация процесса деградации мерзлоты). Для этого мы организовали экспериментальную площадку с замороженным контейнером, содержащим глину с радионуклидом радий-226 общей активностью около 4000 Бк и проводили измерения плотности потока радона на поверхности земли в течение 5 месяцев.

Материалы и методы

Экспериментальная площадка располагается на территории Архангельской области (северо-запад России) в 30 км от города Северодвинск. Площадка представляет из себя контейнер, помещенный в яму на глубину 1,6 м. Высота контейнера – 86 см. На дно контейнера мы поместили 40 кг красной глины. Далее по тексту отчета этот слой будем называть «активный» слой. «Активный» слой засыпали почвой до верха контейнера. У дна контейнера мы сделали отверстия для дренажа талых вод. Подробная схема экспериментальной площадки, место ее расположения и геометрические характеристики представлены на рисунке 1. Ежедневно в течение недели мы заливали контейнер водой общим объемом около 400 литров. В условиях крайне низких температур (до 40 градусов ниже нуля) контейнер был быстро заморожен. После этого мы засыпали почвой яму, в которой контейнер располагается. Таким образом контейнер и яма были засыпаны почвой, при этом контейнер был заморожен.

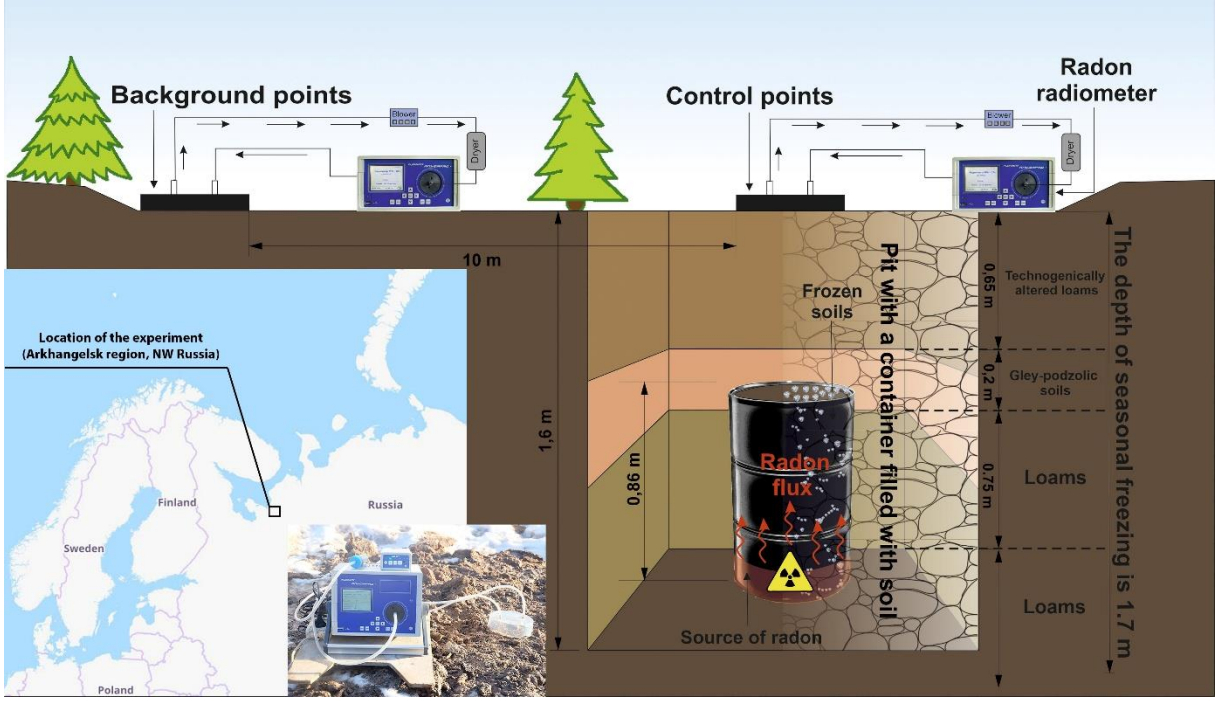


Рисунок 2. *Месторасположение экспериментальной площадки и ее геометрические характеристики*

В течение 5 месяцев (с марта по июль, всего 132 дня) нами проводились измерения потока радона в контрольной и фоновой точках, температуры почвы на поверхности и на глубинах 0,5, 1,0 и 1,5 м. В качестве температуры атмосферного воздуха нами были

взяты данные среднесуточных температур по информации Северного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Результаты

Временное распределение плотности потока радона в контрольной и фоновой точках, а также температурные характеристики почвы и атмосферного воздуха, представлены на рисунке 2.

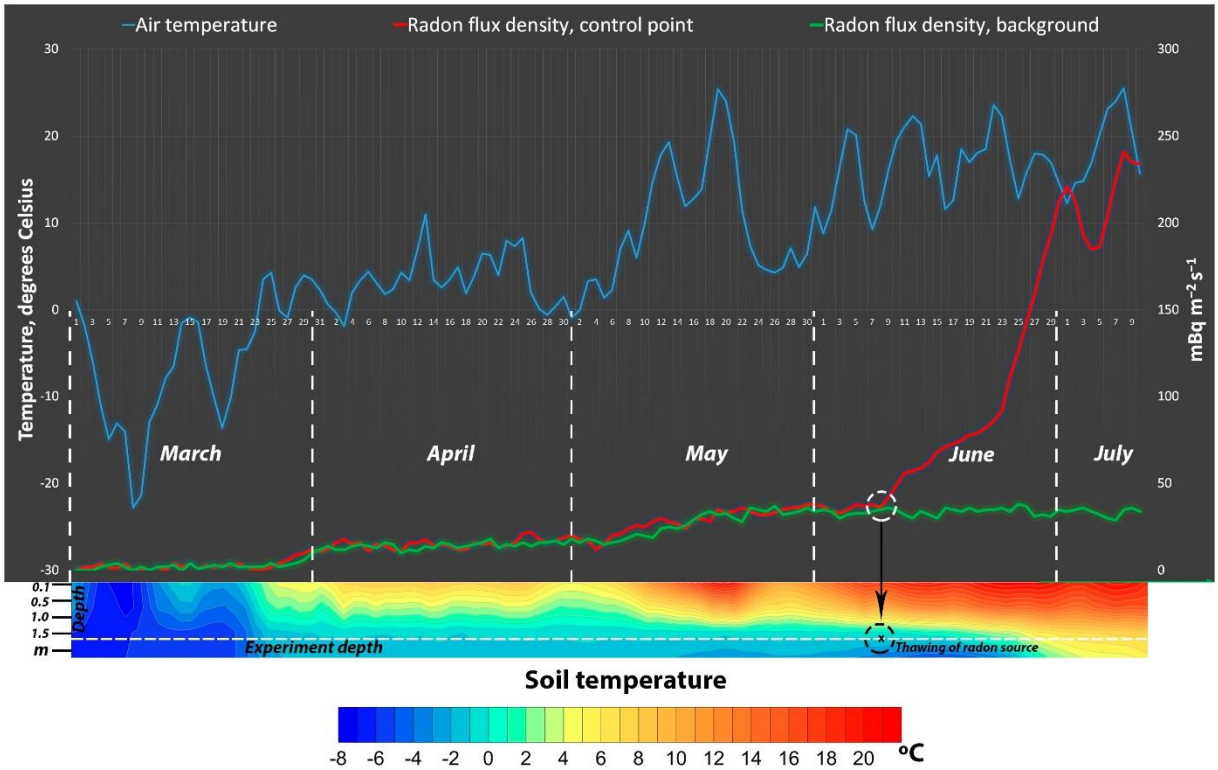


Рисунок 3. *Временные изменения плотности потока радона в контрольной и фоновой точках*

Изменения плотности потока радона в контрольной и фоновых точках, температуры воздуха и почвы на разных глубинах представлены на рисунке 2. В период с 1 марта по 11 июля нами выявлено 4 факта увеличения плотности потока радона. Первый раз плотность потока радона незначительно увеличилась в начале апреля как в контрольной точке, так и в фоновой точке. Это связано с повышением температуры воздуха выше нуля и началом оттаивания верхних слоев почвы. В начале мая, когда температура воздуха резко поднялась до 10-25 градусов Цельсия выше нуля, глубина оттаивания почвы составила до 1 м. В этот период произошло второе увеличение плотности потока радона. При этом температура «активного» слоя все еще оставалась ниже нуля. В связи с этим характер увеличения плотности потока радона был одинаков как для контрольной точки, так и для фоновой. В этот период глубина оттаивания почвы продолжала постепенно увеличиваться. Как только температура поверхности «активного» слоя поднялась до 0 градусов Цельсия и выше произошел резкий скачок плотности потока радона в контрольной точке. При этом в фоновой точке активность радона не изменилась. С момента начала оттаивания «активного» слоя до момента его полного оттаивания плотность потока радона увеличилась примерно в 7-8 раз достигая

максимального значения около 240 мБк/(м^2·с). Далее активность радона не изменялась, и мы эксперимент остановили. Флуктуации плотности потока радона после полного оттаивания «активного» слоя были связаны с погодными явлениями (дождевые осадки) и изменениями характеристик почвы (влажность).

Выводы

Наглядный характер временного распределения радона в условиях поставленного эксперимента показывает, что вечная мерзлота является значительным «экраном» для потоков газа, в том числе радиоактивных, которым является радон. Экспериментальный подход в рамках данного проекта позволил добавить существенных доказательств гипотезы увеличения потока радона в условиях деградации мерзлоты. Учитывая данный факт можно предположить, что заключительным этапом доказательства представленной гипотезы является проведения исследований на реальных территориях в условиях распространения вечной мерзлоты и присутствия факта ее деградации, а также наличия почв, грунтов и горных пород с повышенным содержанием радия-226.

Библиография

6. Zolkos, S., Fiske, G., Windholz, T., Duran, G., Yang, Z., Olenchenko, V., ... & Natali, S. M. (2021). Detecting and Mapping Gas Emission Craters on the Yamal and Gydan Peninsulas, Western Siberia. Geosciences, 11(1), 21. https://doi.org/10.3390/geosciences11010021

7. Obu, J., Westermann, S., Bartsch, A., Berdnikov, N., Christiansen, H. H., Dashtseren, A., ... & Zou, D. (2019). Northern Hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km2 scale. Earth-Science Reviews, 193, 299-316. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.023

8. Biskaborn, B. K., Smith, S. L., Noetzli, J., Matthes, H., Vieira, G., Streletskiy, D. A., ... & Lantuit, H. (2019). Permafrost is warming at a global scale. Nature communications, 10(1), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41467-018-08240-4

9. Puchkov, A. V., Yakovlev, E. Y., Hasson, N., Sobrinho, G. A., Tsykareva, Y. V., Tyshov, A. S., ... & Ushakova, E. V. (2021). Radon hazard in permafrost conditions: Current state of research. Geogr. Environ. Sustain. https://doi.org/10.24057/2071-9388-2021-037

Формирование и особенности пурпурных грунтов Китая

Пэн Ичжоу* (МГУ имени М. В. Ломоносова, 354151007pyz@gmail.com), Григорьева И.Ю. (МГУ имени М. В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru))

Аннотация

В статье описываются особенности формирования и распространения пурпурных грунтов как характерных грунтов Китая, имеющих важное сельскохозяйственное значение для страны.

Обосновывается необходимость всестороннего изучения физико-химических свойств пурпурных грунтов; рассматриваются особенности их загрязнения; объясняется необходимость проведения масштабных исследований по фитотестированию на этих грунтах и разработке схем фиторемедиации антропогенно нарушенных территорий, сложенных данными грунтами.

Ключевые слова

Пурпурные грунт, выветривание, фитотестирование, фиторемедиация.

Теория

На территории Китая существует особый тип грунта, который характеризуется коротким временем формирования и пурпурным цветом. В 1950-х годах ученый И.П.Герасимов изначально отнёс пурпурный грунт к «желтого суглинистого грунта» или «коричневого лесного грунта». В 1998 году А.К.Кержинцев, ученик известного советского почвоведа В.А.Ковды и сотрудник Института фундаментальной биологии РАН, назвал пурпурный грунт в Хунани «темно-пурпурного грунта» или «светло-фиолетового грунта» [4].

Пурпурные грунты широко распространены в 15 провинциях (регионах) на юге Китая на площади более 20 млн га. Он наиболее широко распространен в бассейне реки Янцзы в пределах провинции Сычуань и встречается фрагментами в большинстве бассейнов более мелких рек на юге Китая [2].

Пурпурный грунт—это особый грунт, который образуется при прямом выветривании тропических и субтропических пурпурно-красных горных пород (рис 1). Его физико-химические свойства напрямую зависят от состава материнской породы. Образование пурпурного грунта связано с выветриванием пурпурного сланца (содержащего илистые частицы), пурпурного сланцевого аргиллита и пурпурного песчаника (содержащего включения конгломератов) (рис 2). Как правило, пурпурный грунт представляет собой начальную стадию почвообразования, развитие почвенного профиля в них практически не выражено, толщина грунта обычно не более 1 м. Поскольку материнские породы богаты минеральными питательными веществами (биофильными элементами), при быстром выветривании образующиеся слаборазвитые почвы обладают высоким плодородием и имеют чрезвычайно высокую сельскохозяйственную ценность.

Как и все модели почвообразования, образование пурпурного грунта неотделимо от физического и химического выветривания. После того как пурпурный сланец оказывается на поверхности, он быстро разрушается и подвергается физическому выветриванию под действием таких природных факторов, как свет, температура и вода. Обычно он проходит четыре стадии физического выветривания: крошение, фрагментацию, почвообразование и модификацию. Скорость выветривания пурпурного сланца неразрывно связана с количеством поступающей воды и тепла. В районе распространения пурпурных материнских горных пород, как правило, максимальное количество тепла и влаги приходится на один и тот же период: весна в этом районе дождливая, лето характеризуется высокой температурой (от +35°C до 42°C) и большим количеством атмосферных осадков (от 460 до 630 мм). Таким образом, только за один весенне-летний сезон в таких условиях до 85% монолитных пурпурных сланцев растрескиваются на значительную глубину (до 0.85 м). В дальнейшем пурпурные породы выветриваются и образуют грубые (диаметром около 1 мм) и очень мелкие (диаметром около 0.1 мм) песчаные частицы. Образующиеся зерна песчаной размерности с непрерывным действием высоких температур и влаги постепенно выветриваются до состояния глины. Дробление и степень глинистости пород продолжает прогрессировать, размер частиц грунта уменьшается, а площадь поверхности - увеличивается. Под действием воды, кислорода, углекислого газа и др. в породе происходят процессы опреснения (десорбируются и мигрируют K^+, Na^+, Ca^+, Mg^+, Fe^+ и др.) [4], усиливается процесс декальцинации и обескремнивания, при этом грунт обогащается алюминием. Под непрерывным действием химического выветривания образуются слоистые силикаты, обменный комплекс которых содержит такие элементы, как калий и магний.

Поскольку материнская порода пурпурных грунтов быстро выветривается, в них интенсивно развиты процессы эрозии. Слой выветрелого дисперсного грунта, как правило, достаточно тонкий, обычно не более 1 м. За счёт интенсивной эрозии под действием текучих вод выветрелый слой быстро обновляется и всегда находится в состоянии первичной почвы, а ее физико-химические свойства полностью зависят от свойств почвообразующей материнской породы.

Учитывая высокую сельскохозяйственную ценность, была поставлена цель оценки влияния загрязнения данных грунтов тяжелыми металлами на рост и развитие высших растений, а также оценены перспективы фиторемедиации антропогенно нарушенных территорий, сложенных пурпурными грунтами.

Рисунок 1. Пурпурный грунт на равнине Чэнду, Китай. (фото Пэн.И в 2021г.)

а

б

Рисунок 2. Стадии образования пурпурного грунта: а) пурпурный сланцевый аргиллит на равнине Чэнду, Китай. б) пурпурный сланец на равнине Чэнду, Китай. (фото Пэн.И в 2021г.)

Отбор грунтов для исследования осуществлялся в районе города Чэнду провинции Сычуань. Учитывая характер распределения пурпурных грунтов и ландшафтные особенности территории, было заложено 8 точек отбора на трех участках со слабовыраженной антропогенной деятельностью: в низкогорьях, на вершинах холмов и на равнинах. В каждой точке отбор проводился слоями: от 20 см до 50 см — первый слой, а от 50 см до 80 см — второй слой. Из каждого слоя отбиралось по одной обобщенной пробе, всего было отобрано 16 проб.

В исходных грунтах методом энергодисперсионного рентген-флуоресцентного анализа (РФА-ЭД) было определено содержание кадмия, свинца и меди, как основных загрязняющих металлов на рассматриваемой территории. На основании уточнения содержания этих элементов в исходных образцах было проведено искусственное загрязнение грунта [3]. С учётом установленных в Китае концентрационных градиентов

содержания поллютантов, было выбрано 3 уровня загрязнения и установлена контрольная группа образцов. В дальнейшем для всех групп образцов будет проведено фитотестирование с оценкой скорости, продолжительности прорастания и ростовых эффектов семян однодольных и двудольных растений [1]. Кроме того, планируется оценить ферментативную активность грунта при различных концентрациях загрязняющих веществ для оценки их общей биологической активности.

На основе анализа результатов фитотестировании и ферментативной активности будет разработана модель биологического состояния пурпурного грунта для оценки пороговых уровней загрязнения кадмием, свинцом и медью.

В сочетании с полученными показателями физико-химических свойств пурпурного грунта, климатическими характеристиками области их распространения в окрестностях города Чэнду в Китае, а также на основе наблюдений за типом растительности в районе распространения, будет предложена схема фиторемедиации территорий, загрязнённых тяжелыми металлами. Проведенные исследования позволят описать механизм поглощения и пути переноса тяжелых металлов выбранными растениями, а также комплексно оценить эффективность предлагаемых целевых фиторемедиаций.

Выводы

Пурпурный грунт является характерным типом грунта широко распространённым на юге Китая. Короткое время почвообразования и высокое плодородие этого грунта имеют большое сельскохозяйственное и экономическое значение.

Фитотестирование и фиторемедиация имеют то преимущество, что они являются менее дорогостоящими, более эффективными и более точными, чем другие виды оценки экологического состояния и рекультивации нарушенных территорий. Кроме того, существует пробел в научных исследованиях по фитотестированию и фиторемедиации пурпурных грунтов, и если их можно объединить с характеристиками грунта и применить к практическим задачам, это заполнит академический пробел и будет иметь большое инновационное и научное значение..

Библиография

1. Биотестирование в экологическом контроле / под ред. В.А. Тереховой / В. А. Терехова, Д. М. Гершкович, М. М. Гладкова, и др. – М.: ГЕОС, 2017. – 70 с.

2. Китайская почвенная география/ под ред. Гонг Зитонг. – М.: Научная пресса, 2014. – 635 с.

3. МР 01.019-07 «Определение интегральной токсичности почв с помощью биотеста «Эколюм». Методические рекомендации N 01.019-07» (утв. Роспотребнадзором 15.06.2007)

4. Пурпурный грунт в Китае / под ред. Се Тиншэн р. – М.: Хунаньская научно-техническая пресса, 2018. – 705 с..

Экологические риски при скважинной геотехнологии освоения угольных месторождений

Пяткова М.Е.* (РУДН, pme821@mail.ru),
Есина Е.Н. (РУДН, esina-en@rudn.ru)

Аннотация

В современных условиях многие развитые страны возобновили интенсивные работы по газификации твёрдого топлива на качественно новом техническом уровне. В статье с помощью комплексного подхода, включающего сбор, анализ и обобщение результатов научных исследований, аналитическое обобщение и статистическую обработку результатов представлена характеристика влияния процесса подземной газификации угля на экологические и социально-экономические аспекты. Произведено сравнение подземной газификация угля с традиционными способами разработки угольных месторождений. Рассмотрена схема процесса принятия решений на основе оценки рисков при подземной газификации угля.

Ключевые слова

Подземная газификация угля, экологические последствия, загрязняющие соединения, оценка рисков.

Теория

Подземная газификация угля (ПГУ) – нетрадиционный способ разработки угольных месторождений, технологические операции по которому осуществляются с земной поверхности, без применения подземного труда работающих. ПГУ объединяет процессы добычи, обогащения и переработки угля. Данная технология даёт возможность разрабатывать те месторождения, на которых традиционные способы уже неэффективны, а также открывает новые возможности использования угольных пластов, имеющих сложные горно-геологические условия залегания [2]. Сущность технологии подземной газификации угля заключается в бурении с поверхности земли скважин до угольного пласта, соединении их в пласте одним из известных способов, в последующем розжиге угольного пласта и обеспечении условий для превращения угля непосредственно в недрах в горючий газ и в выдаче произведенного газа по скважинам на земную поверхность.

Подземная газификация угля по сравнению с традиционными способами разработки угольных месторождений имеет ряд преимуществ. К которым можно отнести:

• экологическую чистоту газов подземной газификации как топлива;

• отсутствие нарушений растительного слоя, что влечёт за собой передачу участка после окончания газификации угольного пласта для дальнейшего использования без какой-либо рекультивации;

• на стадии добычи исключается выброс в атмосферу угольной пыли (0,3-15 кг/т.у.т.) и уменьшается сброс взвешенных веществ в сточные воды (с 0,452 до 0,044 кг/т.у.т.);

• на стадии сжигания исключается выброс золы, сернистого ангидрида и уменьшается в 1,5-2 раза выход окислов азота (с 2-5 до 1-1,5 кг/т.у.т.) [1].

• ПГУ предоставляет возможности для расширенного хранения газа (ПХГ). В дополнение к обычным хранилищам CO_2 может храниться на месте зон газификации. Это дает существенные преимущества, в том числе создание пористости и проницаемости, местный технический контроль, использование уже существующих скважин и эксплуатация свойства угля, которые могут привести к самозакрыванию (например, набухание и сорбция CO_2) [7].

На пути к экономически эффективному ПГУ по-прежнему стоит ряд проблем, для решения которых требуются инвестиции в исследования и разработки. Несмотря на то, что ПГУ имеет преимущества технология несовершенна и имеет ряд ограничений:

• ПГУ может иметь серьезные экологические последствия (рисунок 1): загрязнение водоносного горизонта и проседание грунта. Водное загрязнение является потенциально экологической угрозой. Органические и часто ядовитые материалы (как например фенол) остаются в подземной камере после газификации и, вероятно, оседают в воде. Сточные воды фенола - самый существенный экологический риск из-за его высокой водной растворимости и высокой реактивности с газификацией [4];

• ПГУ может быть технически осуществимым для многих угольных ресурсов, однако количество подходящих месторождений может быть гораздо более ограниченным, потому что некоторые из них могут иметь геологические и гидрологические особенности, увеличивающие экологические риски до недопустимых уровней;

• операции ПГУ нельзя контролировать в той же степени, что и наземные газификаторы. Многие важные переменные процесса, такие как скорость притока воды, распределение реагентов в зоне газификации и скорость роста полости, можно оценить только по измерениям температуры, качества и количества газового продукта;

• экономика ПГУ имеет серьезные неопределенности, которые, вероятно, сохранятся до тех пор, пока не появятся электростанции, основанные на работе продуктов ПГУ;

• ПГУ по своей природе является нестационарным процессом, и как скорость потока, так и теплотворная способность получаемого газа со временем будет изменяться. Любой действующий завод должен учитывать этот фактор.

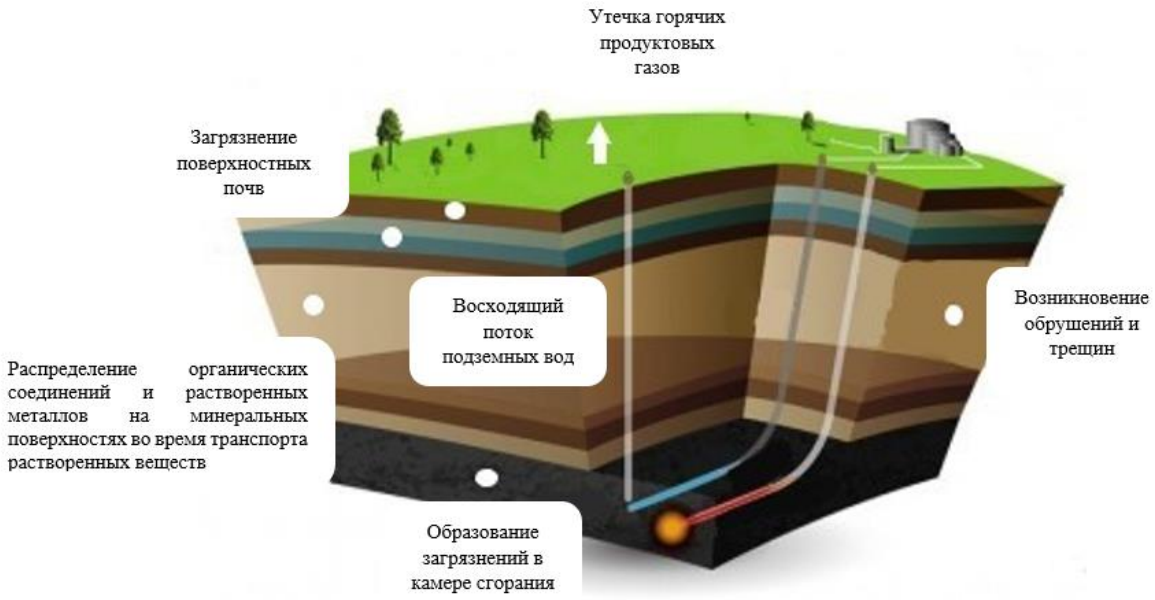


Рисунок 1. *Воздействие компонентов процесса ПГУ на окружающую среду*

Процесс принятия решений на основе рисков требует достаточно надежной технической основы, которая может надежно прогнозировать образование загрязнителей, поведение и пути воздействия на человека и окружающую среду. Рисунок 2 представляет собой пример части типовой блок-схемы процесса принятия решений на основе рисков, показывающий потенциальные пути, по которым ПГУ может вносить загрязняющие соединения в различные среды воздействия (например, воздух, грунтовые воды, поверхностные воды, почва).

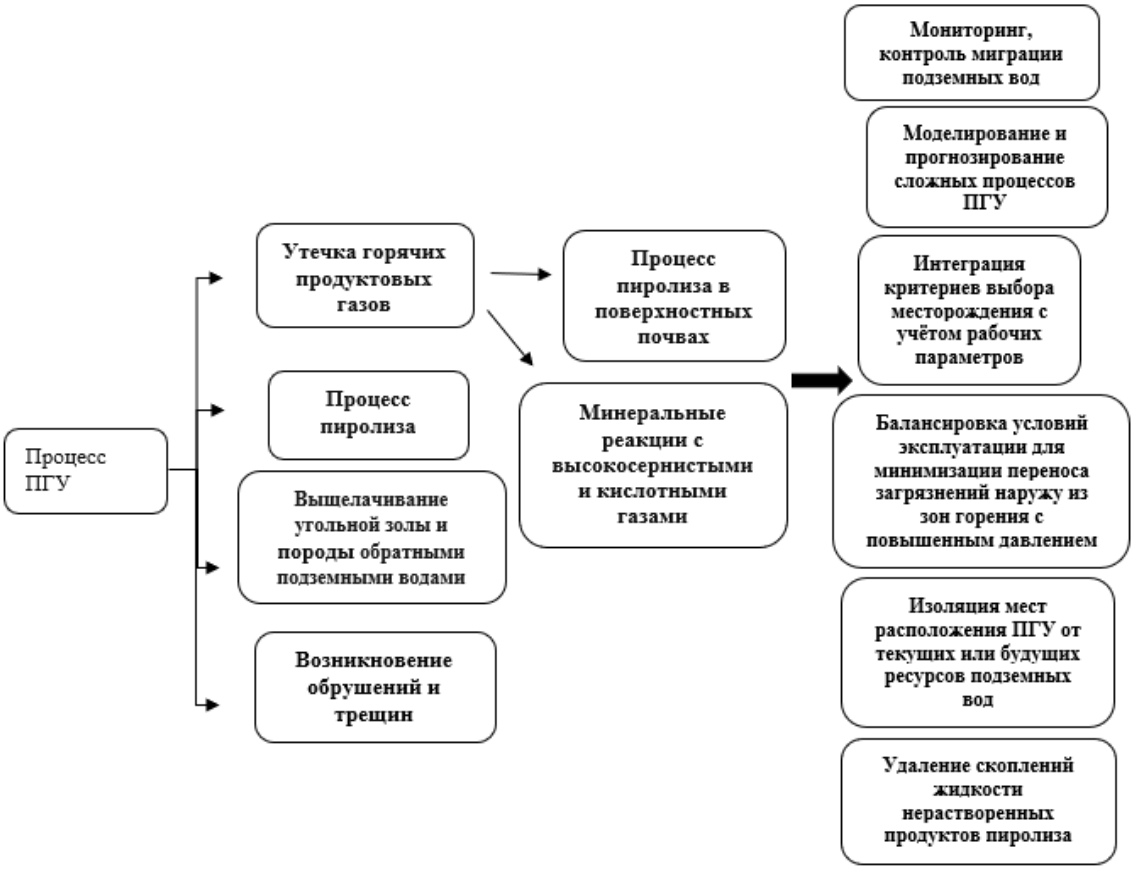


Рисунок 2. *Блок-схема процесса принятия решений на основе оценки рисков при ПГУ: первичные, вторичные процессы и мероприятий по снижению рисков*

Мировой опыт ПГУ показывает, что возможно предотвращение загрязнения окружающей среды на основе комплексного геоэкологического мониторинга и своевременного принятия компенсирующих мероприятий [5-7]. Для этого необходимо проводить интеграцию критериев отбора месторождений с учётом рабочих параметров. Некоторые из шагов, которые можно предпринять, чтобы избежать ситуаций, которые в прошлом вызывали экологические проблемы, включают балансировку условий эксплуатации для минимизации переноса загрязнений из зон горения с повышенным давлением; обеспечение того, чтобы участки ПГУ располагались там, где геологические уплотнения достаточно надежно изолируют зону горения от окружающих слоев; выбор участков с благоприятной гидрогеологией для минимизации широкого распространения шлейфа загрязненных подземных вод; изоляцию мест расположения ПГУ от текущих

или будущих ресурсов подземных вод; по возможности удаление скопления жидкости нерастворенных продуктов пиролиза [5].

Выводы

Таким образом, отличительными особенностями процесса ПГУ является безопасность ведения работ за счет отсутствия персовнала в рабочей зоне и дистанционного управления добычными процессами, отсутствие нарушений растительного слоя что влечёт за собой передачу участка после окончания газификации угольного пласта для дальнейшего использования без применения рекультивационных мероприятий. Однако данный процесс имеет сложную физико-химическую природу, оказывает влияние на развитие гидрологических процессов, оценка и прогноз развития которых представляет собой сложную научно-практическую задачу, решение которой обеспечит безопасное и комплексное освоение георесурсов. Процесс газификации характеризуется значительными рисками, в том числе и экологическими. Перспективно исследование возможности интеграции ПГУ и скважинной гидродобычи, а также изучение конкретных аспектов проведения процесса ПГУ [3], включающих оперативное управление движением огневого забоя, обеспечение полноты и комплексности освоения запасов угольных месторождений, в том числе:

• комплексную оценку основных технологических процессов с применением моделирования движения потоков на основе интеграции гидрологических, геохимических и геомеханических процессов, с учетом результатов комплексных лабораторных экспериментов, включающих оценку сопутствующих загрязнений;

• интеграцию данных мониторинга: объединение геофизических, геохимических и эксплуатационных данных в целях возможности оперативного принятия решений;

• разработку инструментов для управления выбросами углерода, прогнозирование и моделирование, оценка рисков на основе ГИС-технологий с обоснованием технологических решений по их минимизации.

Библиография

1. Вертела С.А. Производство синтез-газа методом подземной газификации // Всеукраинская научно-практическую конференцию студентов "Металлургия XXI века глазами молодых". - Донецк, ДонНТУ - 2013, с. 147-148.

2. Есина Е.Н., Стась Г.В., Качурин А.Н. Фильтрационные и теплофизические процессы при подземной газификации бурого угля Подмосковного бассейна // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 2. С. 288-302.

3. Качурин Н.М., Стась Г.В., Есина Е.Н. Геомеханическое обеспечение комбинированной геотехнологии на завершающей стадии освоения угольных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 3. С. 277-285.

4. Маляренко В.А., Яковлев А.И. Преобразование энергии твёрдого топлива в газовые и жидкие энергоносители // Журнал "Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит" №5 (75) май 2010 стр. 36 – 47.

5. Наумов Ю.А., Туник Д.А. , Юсипук Ю.А. Мировой опыт в области технологии газификации угля // Дни науки – 2011: Сборник материалов региональной

научно-практической конференции: В 2т. – Красноармейск: КИИ ДонНТУ, 2011. – Т.1. – 173 с., - с. 76 – 78.

6. Стрекалов С.В. Сравнительный анализ влияния открытого и подземного способов добычи угля на экологические и социально-экономические аспекты в угледобывающих регионах // Евразийский Союз Ученых — публикация научных статей в ежемесячном научном журнале №11(20), 2015, с 112-115.

7. S. Julio Friedmann, Elizabeth Burton, Ravi Upadhye LLNL Capabilities in Underground Coal Gasification // U.S. Department of Energy by University of California, Lawrence Livermore National Laboratory under Contract W-7405-Eng-48., july 19, 2006.

Эколого-геофизический мониторинг шумового загрязнения территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан»

Романов И.С.* (МГРИ, ilyaromanov30@mail.ru)

Аннотация

Результаты исследования уровня шумового воздействия в акустическом и инфразвуковом диапазонах на территории Ландшафтного заказника «Теплый стан» в г. Москва. Выявлены особенности влияния шума на окружающую среду, связанные с характером использования исследуемой территории и являющиеся следствием иных причин.

Ключевые слова: геофизическая урбоэкология, эколого-геофизический мониторинг, шумовое загрязнение

Теория

Проблема экологической безопасности охватывает широкий круг вопросов, ответы на которые приходится искать путем комплексного анализа большого числа факторов. К числу таких факторов относится синергическое (интегральное) влияние природных и техногенных физических полей. Природные и техногенные физические (геофизические) поля – геомагнитное, тепловое, акустическое, совокупность электрических полей и др. – определяют энергетическую обстановку в пределах городских территорий и контролируют энергообмен в городской среде, определяя уровень комфорта проживания и трудовой деятельности населения.

Акустическое (шумовое) воздействие в пределах городских территорий представляет собой первостепенный фактор среди прочих энергетических факторов. Это объясняется прежде всего тем, что шум воспринимается имеющимися у человека слуховыми органами непосредственно, а действие этого фактора может по длительности составлять — в зависимости от транспортной ситуации — от 10 до 22 часов в сутки. Следует также иметь в виду, что наш организм воспринимает звуковые волны как в слышимом (от 20 Гц до 20 кГц), так и в инфразвуковом (<20 Гц) диапазонах, из которых инфразвуковой диапазон наиболее биоактивен.

Для акустического поля технологический уровень, измеряемый в относительных единицах составляет от 65–80 до 100–130 дБ (децибел), тогда как природный шум характеризуется уровнем в 20–30 дБ. Санитарный уровень шумового поля не должен превышать 40–65 дБ [1].

Исследования уровня шумового воздействия проводились в рамках направления «геофизическая урбоэкология» и были включены в план научных работ Лаборатории методов прогноза землетрясений №702 Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН.

В качестве иллюстрации приводятся оригинальные результаты измерения акустического поля в «слышимом» и инфразвуковом частотных диапазонах на территории Ландшафтного заказника «Теплый стан» и прилегающего жилого массива (г. Москва). Измерения проводились на участке размером приблизительно 600х600 м, часть

которого была покрыта лесной растительностью, а на остальной территории находилась жилая застройка с присущей городам инфраструктурой (рис.1).

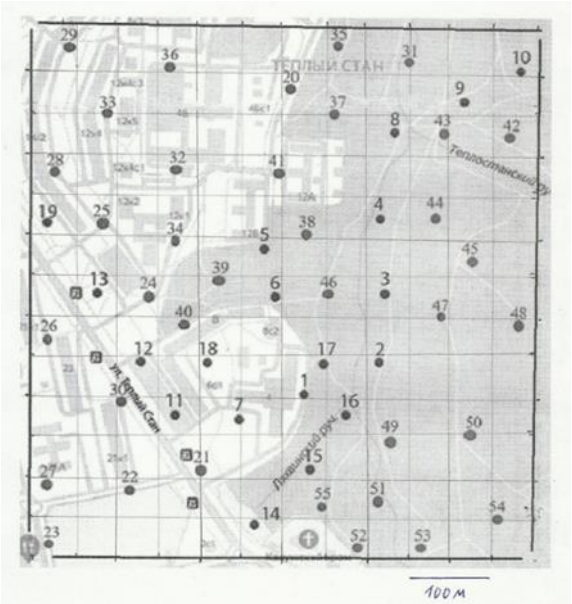


Рисунок 1. *План полигона. Точками показаны пункты измерения*

Пункты измерения (одни и те же для всех видов измерений) в пределах изучаемой территории располагались по возможности равномерно и «привязывались» к устойчивым реперным точкам (зданиям в жилом массиве, приметным объектам и др.), что позволило осуществить сопряжение всех полученных результатов. Следует отметить, что подобного рода работы в таком объеме и по такой единой методике проведены впервые.

Карты результатов измерений шумового поля в слышимом и инфразвуковом диапазонах представлены на рис. 2.

При измерении шумового фона в слышимом диапазоне частот была получена вполне ожидаемая акустическая картина распределения шума в пределах изучаемого участка: на правой, лесной, половине уровень фонового шума не превышает 44 дБА, что «укладывается» в диапазон акустического комфорта; однако, в левой нижней части планшета, ограниченной изолинией 64 дБА, наблюдается переход в «шумную» (дискомфортную), шумовую зону (рис. 2, слева). Результаты измерения шума в инфразвуковом диапазоне частот (ниже 20 Гц) оказались ещё более интересными и неожиданными (рис. 2, справа). В средней правой и нижней левой частях планшета выявлены две протяженные зоны аномально высоких (выше 91 дBinf) значений инфразвукового фона, условно уравновешиваемые верхней левой и нижней правой аномалиями пониженных значений инфра-акустического поля (ниже 86 дBinf).

Сопоставляя результаты акустических измерений следует иметь в виду, что инфразвуковые колебания при одинаковой мощности источников характеризуются бóльшими амплитудами и бóльшими расстояниями распространения. Инфразвук проникает в помещения, обходя преграды, задерживающие слышимые звуки, и способен вызывать вибрацию крупных объектов вследствие явления резонанса. Отмечены также медико-биологические эффекты воздействия инфразвуковых колебаний.

Действующими санитарными нормами установлены предельно допустимые уровни инфразвука на территории жилой застройки – это 90 децибел, в помещениях жилых и общественных зданий – 75 децибел [2].

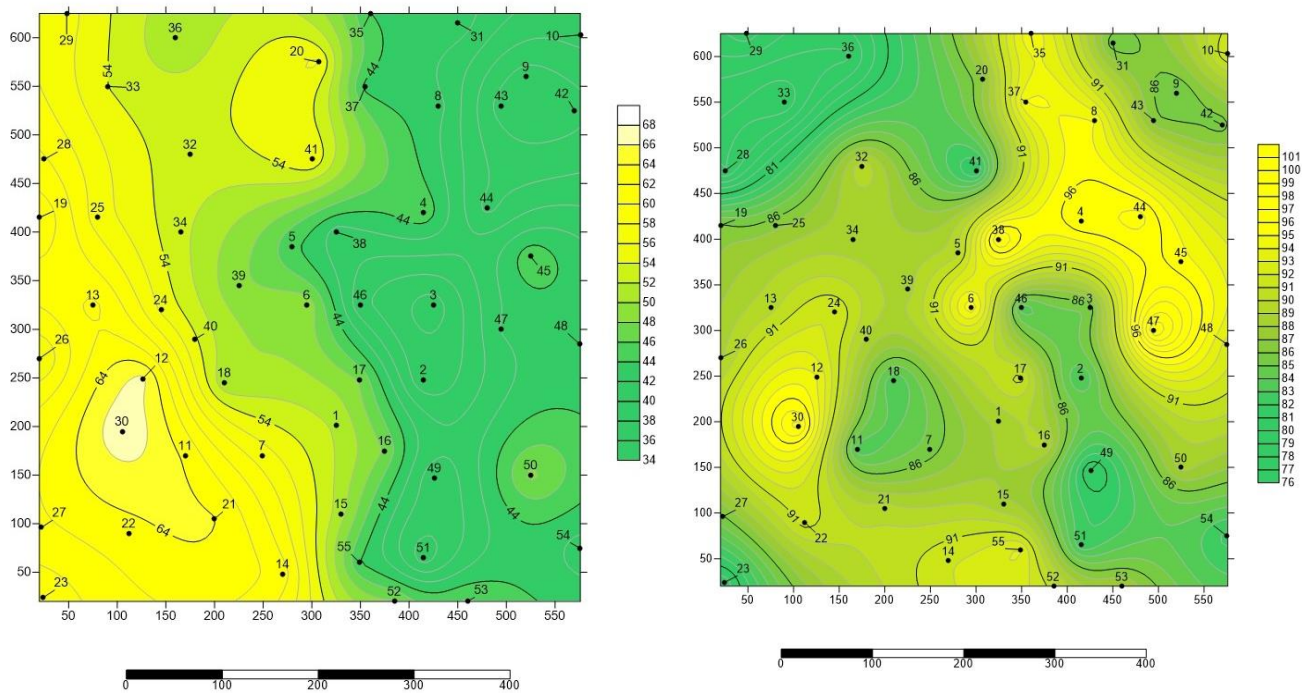


Рисунок 2. *Результаты измерения акустического поля в диапазоне 20 Гц – 20 кГц (слева) и в диапазоне до 20 Гц (инфразвук) (справа). Изолинии оцифрованы в дБА*

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о том, что изучаемая территория характеризуется такими факторами воздействия, как шум от автомобильного и авиационного транспорта. Селитебная зона имеет выраженный центр с высокими значениями как в слышимом, так и в неслышимом диапазонах. Причины появления инфразвуковых аномалий до конца не установлены, можно предположить, что проходящие неподалеку глиссады аэропорта Внуково влияют на парковую зону.

Благодарности

Выражаю особую благодарность своему научному руководителю от Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Жигалину Александру Дмитриевичу за бесценный опыт и важнейшие советы при проведении исследования и подготовке данной статьи.

Библиография

1. Трофимов В.Т., Жигалин А.Д., Богословский В.А., Архипова Е.В. Место эколого-геофизических исследований в системе урбоэкологии. Вестн.Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2016, № 6. С. 3-9

2. Санитарный надзор. Инфразвук и ультразвук. http://12.rospotrebnadzor.ru/bytag1/-/asset_publisher/qS9W/... Обр. 04.02.2022

3. Жигалин А.Д., Сазонова В.В., Грунчева Д.В., Романов И.С. Эколого-геофизический мониторинг территории городских поселений. Вестн.фил.Моск. Ун-та в г Душанбе. Серия естественных наук. 1(17) 2021. С. 110-116

4. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д. Экологические функции абиотических сфер Земли: монография. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. - 608 с.

Эффективность мусорной реформы в городе Москве

Романова М.И.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», milanaromanova2011@mail.ru)

Аннотация

В 2019 году в нашей стране начались серьезные изменения в системе обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО). Этот процесс называют мусорной реформой. Эффективность ее реализации зависит от внедрения комплексной системы обращения с ТКО, предусматривающей ликвидацию незаконных свалок и переход к прозрачной системе обращения с отходами.

В статье рассмотрены этапы осуществления реформы в городе Москве, проблемы и положительные результаты.

Ключевые слова

Мусорная реформа, Москва, раздельный сбор мусора, твердые коммунальные отходы

Теория

Для оценки эффективности политики и практики в области экологически ориентированной деятельности общества используются различные критерии и показатели. Важнейшими направлениями такой деятельности являются эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех несанкционированных свалок, и увеличение объема твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию (вторичную переработку) [7].

В нашей стране предприняты политические, экономические и социальные действия, направленные на комплексную систему обращения с ТКО. Важным условием их реализации является масштабная реформа в сфере обращения с отходами. Предполагается, что посредством передачи всей цепочки обращения с мусором – от сбора до утилизации – под контроль региональных операторов, жесткого контроля за сдачей отходов компаниями, раздельного сбора мусора, строительства мусоросортировочных станций и заводов по утилизации отходов, ликвидации старых свалок будут достигнуты основные цели мусорной реформы.

Переход к циклической экономике, преобразующей продукты потребления не в безвозвратные отходы, а в ресурсы повторного применения позволит рационально использовать природные ресурсы, сократит площади, занятые мусорными полигонами, избавляя тем самым окружающую среду и человека от их негативного влияния [1].

Объемы мусора увеличиваются из-за неконтролируемого роста производства и потребления одноразовых товаров, пластиковой тары и упаковки. Большую часть таких предметов нельзя сдать на переработку в России. Сегодня почти весь мусор россиян оказывается на полигонах и свалках: на захоронение отправляют более 90% отходов.

Уже через год в 17 регионах на свалках закончится место, а через три – еще в 15 регионах [5].

По данным Счетной палаты в 2019 году в России было образовано около 65 миллионов тонн ТКО [4]. Согласно исследованиям аналитической службы международной аудиторско-консалтинговой сети FinExpertiza за 2021 год самый большой объем ТКО образуется в Москве, Подмосковье, Краснодарском крае, Ростовской области и Татарстане. На Москву и Московскую область приходится 16 % всего объема мусора Российской Федерации [2].

Правовые основы обращения с отходами установлены Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Существенные изменения были внесены в 2014 году Федеральным законом от 29 декабря 2014 г. 458-ФЗ16. Их целью стало сокращение полигонного захоронения и увеличение объема переработки отходов во вторсырье.

Результаты, ожидаемые от реализации реформы, прописаны в национальном проекте «Экология», созданного после указов президента 2018 года – снижение объемов вывозимых на свалки отходов, достижение к 2024 году доли отправляемого на переработку мусора до 36%, ликвидация свалок и рекультивация территорий, на которых они размещены, создание условий для вторичной переработки всех запрещенных к захоронению отходов производства и потребления [8].

С 2019 года реформа в сфере обращения с отходами реализуется в том числе в рамках федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», который входит в состав национального проекта «Экология».

В 2019 году на государственном уровне был создан Единый мусорный оператор – публично-правовая компания «Российский экологический оператор». В ведение этой структуры перешли программы государственного уровня, связанные со сбором, утилизацией, переработкой вторичного сырья, привлечением инвесторов.

Министерство природных ресурсов и экологии РФ с 1 января 2019 года открыло горячую линию по вопросам перехода на новую систему обращения с ТКО, в постоянном режиме проводится консультативная и аналитическая работа с регионами.

Приказом Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы от 13.05.2021 № 01-01-13-105/21, по результатам конкурсного отбора, Государственному унитарному предприятию города Москвы «Экотехпром» присвоен статус регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами на территории города Москвы на срок до 31 декабря 2029 года. Региональный оператор обязан заключить договор с каждым отходообразователем.

Введение института регионального оператора стало большим плюсом реформы. Главной обязанностью регионального оператора является осуществление полного цикла обращения с отходами (сбор, транспортирование, обработка и утилизация, учет собранных и утилизированных отходов, учет выделенного вторсырья, ликвидация несанкционированных свалок и т. д.) во всех округах столицы и во всех его секторах – и

жилом, и социальном, и коммерческом, благодаря чему сфера обращения с ТКО становится более открытой, систематизированной и прозрачной.

В декабре 2021 года была утверждена новая территориальная схема обращения с отходами города Москвы с учетом замечаний, которые были даны в ходе общественного обсуждения проекта, в том числе существенное замечание о прогнозных тарифах от Департамента экономической политики и развития города Москвы. Согласно новой схеме, потоки мусора Москвы будут распределяться на мусоросжигательные заводы № 3 мощностью 360 тыс. т в год и № 4 мощностью 260 тыс. т в год. В столице будут работать 126 организаций, занимающихся утилизацией отдельных видов мусора – металла, макулатуры, опасных отходов и других. Кроме того, на территории Москвы находятся 11 объектов обработки и перегрузки отходов. С 2022 года в столице планируется утилизировать от 1,4 млн т отходов [6].

За время реализации реформы в московском регионе были закрыты все мусорные полигоны (39 полигонов). Земля проходит рекультивацию и восстановление. Введены в строй 10 современных комплексов по переработке отходов. Производства построены с соблюдением экологических и санитарных норм по технологиям, которые не наносят вред окружающей среде и не представляют угрозы для жизни и здоровья местного населения, проживающего в окрестностях. Стоимость каждого проекта оценивается в 3-4 миллиарда рублей. Открытие новых перерабатывающих заводов решает несколько задач: снижает объемы токсичных захоронений, чем уменьшает экологические риски и улучшает санитарно-эпидемиологическую обстановку в столичном регионе; создает новые рабочие места, что особенно актуально в условиях экономического кризиса и ростом безработицы, вызванных пандемией коронавируса [6].

В столичном регионе используется новейшая специализированная техника для сбора и вывоза отходов всеми типами контейнерных и бункерных емкостей. Собранный мусор отвозится на сортировочные комплексы, где из него извлекаются полезные фракции, которые идут во вторичную переработку. Остатки отправляются на специализированный объект или на мусоросжигательный завод.

Услуга по вывозу отходов перешла из разряда жилищных в разряд коммунальных и получила наименование «Обращение с ТКО». Другим стал способ начисления оплаты: не из расчета квадратных метров, на которых проживает семья, а от каждого ее члена. Жители частных домов или владельцы дачных домиков, которые раньше могли по своему желанию отказаться от этой услуги, подчиняются новым правилам и платят за вывоз мусора. Это вызывает недовольство москвичей и приводит к тому, что жители не оплачивают услугу. Также причиной, по которой люди отказываются оплачивать счета за вывоз мусора, является резкое увеличение суммы в платежке.

Правила сбора и накопления отходов остались прежними. С 1 января 2020 года на территории Москвы действует двухпоточная система раздельного сбора отходов. Во дворах жилых домов и около объектов социальной сферы оборудовано более 22 тысяч контейнерных площадок, где установлено 60 тысяч брендированных контейнеров с поясняющими пиктограммами. На контейнерных площадках установлены емкости с серой и синей индикацией. Москвичи принимают участие в различных экологических акциях по утилизации отходов, организованных региональным оператором. Оператор по обращению с отходами «ЭкоЛайн» проанализировал содержимое баков, которые он

обслуживает, и подсчитал коммунальный мусор в Москве. Компания выяснила, что пластик занимает до 55% объема баков для вторсырья (синих баков) [3].

Программа раздельного накопления отходов в Москве развивается и становится более сложной и многоуровневой. Такая система зарекомендовала себя с лучшей стороны и будет сохранена в прежнем виде. Вовлечение жителей в участие в раздельном накоплении – важный фактор успешной реализации реформы, обеспечивающий высокую собираемость вторичного сырья и низкий процент засора. Экологическое просвещение и воспитание граждан на уровне общего понимания проблемы отходов и правильных способов обращения с ними остается на низком уровне. Считаю, что необходимо грамотно информировать население о необходимости, причинах и правилах осуществления раздельного сбора отходов.

В декабре 2021 года публично-правовая компания «Российский экологический оператор» провела «Зеленый рейтинг». В нем учитывались бесперебойность вывоза мусора, динамика сортировки и работа с населением, охват населения услугой раздельного накопления отходов, бесперебойность вывоза мусора. Баллы начислялись за динамику показателей обработки (сортировки) и утилизации ТКО, масштабность и реализуемость планов по снижению захоронения ТКО до 2024 года, учитывались наличие и качество разъяснительной работы с населением по культуре обращения с отходами, экологические акции и работа с волонтерскими движениями. Московская область стала лидером среди регионов по качеству сбора отходов и получила шанс на дополнительные инвестиции [9]. По моему мнению, такая эффективная работа обусловлена хорошей подготовкой Москвы к мусорной реформе.

Ключевой проблемой в реализации реформы остается недостаточное финансирование, причем как со стороны государства, так и со стороны частных инвесторов [10].

Выводы

Вопросы, связанные с обращением с отходами, если не напрямую, то косвенно влияют на многие сферы социальной и экономической жизни. От их решения зависят и уровень комфорта городской среды, и качество жизни граждан.

Реформа отрасли стартовала всего три года назад. Много еще предстоит сделать. Опыт московского региона показывает, что, следуя новой системе управления ТКО, можно добиваться своевременного и эффективного решения поставленных задач.

Библиография

1. Аракелова Г.А. Исследование проблем, влияющих на темпы реализации «мусорной реформы» в Российской Федерации // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019. – №1. – Том 6. – URL: https://resources.today/PDF/07ECOR119.pdf

2. Исследование аналитической службы международной аудиторско-консалтинговой сети FinExpertiza [Электронный ресурс] //Исследования за 2021 год – URL: https://finexpertiza.ru/upload/iblock/2f6/TSIFRY-V-rossiyskikh-gorodakh-sokratilos-nakoplenie-musora.xlsx

3. Какие отходы попадают на сортировочные комплексы Москвы [Электронный ресурс] // ГК «Эколайн», 2020. – URL: https://recyclemag.ru/article/issledovanie-ekolain-kakie-othodi-popadayut-sortirovochnie-kompleksi-moskvi

4. Мусорная реформа [Электронный ресурс] // Бюллетень Счетной Палаты РФ, 2020. – № 9 (274) – URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/462/46234b3e3624fcccbb8bace5c892f2f4.pdf

5. Мусорная боль России. [Электронный ресурс] // Гринпис, 2021. – № 4. – С. 9. – URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2021/04/Экономика-разомкнутого-цикла.pdf

6. Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс] // Территориальная схема обращения с отходами города Москвы, 2021. – URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/5045/0_TSOO.pdf

7. Паспорт регионального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами (Московская область)» [Электронный ресурс] // https://mef.mosreg.ru/download/document/8068800

8. Паспорт национального проекта «Экология» [Электронный ресурс] // https://www.economy.gov.ru/material/file/fbad8a780cfe43d0d4e807eb166ae5fb/NP_EKO_241218.pdf

9. Российский экологический оператор [Электронный ресурс] // Зеленый рейтинг. Топ-20 регионов рейтинга, 2021. – URL: https://reo.ru/rating

10. Счетная палата Российской Федерации [Электронный ресурс] // Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ выполнения мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность Российской Федерации, в части ликвидации объектов накопленного вреда и формирования комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами», 2020. – URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/41b/41b02dc50697e6fc57ec2f389a8b68f0.pdf

Методика оценки территории города при организации мониторинга состояния атмосферного воздуха (на примере г.о.Подольск)

Савельев П.М.* (МГРИ, pivpav_sav@mail.ru),
Экзарьян В.Н. (МГРИ, vnekzar@rambler.ru)

Аннотация

Обеспечение экологической безопасности городов в первую очередь увязано с качеством атмосферного воздуха. Для эффективного функционирования системы экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха важно определять приоритетные места для расположения постов мониторинга. В силу того, что на данный момент сеть мониторинга состояния атмосферного воздуха не покрывает большей части городских территорий, авторами разрабатывается универсальная методика модернизации муниципального экологического мониторинга, в том числе в части состояния атмосферного воздуха. В данной работе изложены частичные результаты, связанные с анализом функционального зонирования территории, существующей мониторинговой сети и метеорологических характеристик. Также авторами отмечается важность соблюдения основных принципов экологического мониторинга, как гласности и точности, комплексности и научной обоснованности.

Ключевые слова

экологический мониторинг, атмосферный воздух,

Источники финансирования

Исследование выполнено за счет собственных средств авторов.

Теория

Городские территории выделяются, как территории повышенного антропогенного воздействия и, как следствие, высокого уровня загрязнения окружающей среды. Остро проявляется проблема загрязненного атмосферного воздуха городов.

По состоянию на 2020 год около 35% городского населения России проживает на территориях, где уровень загрязнения атмосферы не оценивался из-за отсутствия наблюдений, недостаточного их количества или некачественных данных. Дополнительно можно отметить, что мониторинг состояния атмосферного воздуха осуществляется лишь в 221 городе, что составляет лишь 70% городов с населением более 50 тысяч человек и 20% всех город страны (данные 2017-2020 гг.). При этом по данным ежегодного отчета о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха 2020 года на территории России 15 городов входят в приоритетный список с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Отдельно стоит заострить внимание на том факте, что список сократился на 5 городов по сравнению с 2019 годом, однако пополнился двумя новыми городами, в которых были начаты новые виды наблюдений (например, в Вихоревке за концентрациями бенз(а)пирена), что является одним из фактов, доказывающих необходимость модернизации муниципального экологического мониторинга. Также 19 городов отмечены, как города с высоким уровнем загрязнения, а

за последние 20 лет около 40% городов (только в которых проводятся исследования) имеют ИЗА выше среднего [4].

Обеспечение экологической безопасности города в разрезе охраны атмосферного воздуха должно достигаться современными методами. Одним из инструментов может быть экологический мониторинг состояния атмосферного воздуха [3]. В настоящее время подсистема мониторинга состояния атмосферного воздуха находится в ведении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Мониторинг городов, как и в целом весь мониторинг, осуществляется силами территориальных органов службы путем построения региональных сетей и ведением отдельных постов на территории городов.

Анализ эффективности реализуемой системы экологического мониторинга в г. о. Подольск дал следующие результаты. Стоит отметить, что рассматриваемый экологический мониторинг только условно муниципальный, т.к. фактически расположен в пределах Подольска, а входит в государственную систему экологического мониторинга. Посты мониторинга состояния атмосферного воздуха расположены в пределах города Подольск, т.е. не включает всю территорию городского округа. Загрязняющие вещества, по которым ведется мониторинг состояния воздуха включает в свой перечень 13 наименований, а приведенная нормативная документация не отвечает современному законодательству (аналитика ведется по отмененному СанПиН 2.1.6.1032-01). В разрезе состава выбросов крупнейших предприятий-загрязнителей выявлена проблема несоответствия перечня выбросов и веществ из перечня мониторинга, т.е. не все, в том числе I и II классов опасностей, выбрасываемые вещества могут быть зарегистрированы постами мониторинга [1]. Данные, поступающие по пробам на бенз(а)пирен, отстают на месяц. Ближайший пункт наблюдения за метеорологическими характеристиками, включенный в единую государственную метеорологическую сеть станций ФГБУ «Центральное УГМС», к Подольску находится поселке Голохвастово (агрометеорологическая станция «Михайловское»), расположенного в 20км в юго-западном направлении, что в условиях «острова тепла» Московской агломерации [2] может давать погрешности.

При проведении анализа функционального зонирования территории городского округа Подольск было выявлено несколько очагов производственных площадей. Была составлена схема расположения этих производственных зон и расположения постов мониторинга за состоянием атмосферного воздуха, представленная на рисунке 1.

При проведении анализа экологического бюллетеня городского округа Подольск за 2021 год было отмечено повторение превышений ПДК (со схожими значениями превышениями в долях к ПДК) по формальдегиду. Превышения происходили в мае, июне, августе. Кроме того, стоит отметить расположение постов относительно производственных площадей – основные предприятия находятся преимущественно к северо-востоку от постов мониторинга. Также был проведен анализ метеорологических факторов, в частности данные о розе ветров по месяцам за 2021 год. Можно сделать вывод, что при преобладающих северо-восточных или восточных ветрах (август и июнь), а также при отмечаемых НМУ (май и февраль) для рассеивания загрязняющих веществ, выявляются повышенные концентрации загрязняющих веществ, в том числе превышения ПДК по формальдегиду. Исходя из полученных данных, проводимые

мониторинговые мероприятия за состоянием атмосферного воздуха на территории Подольска не обладают высоким качеством.

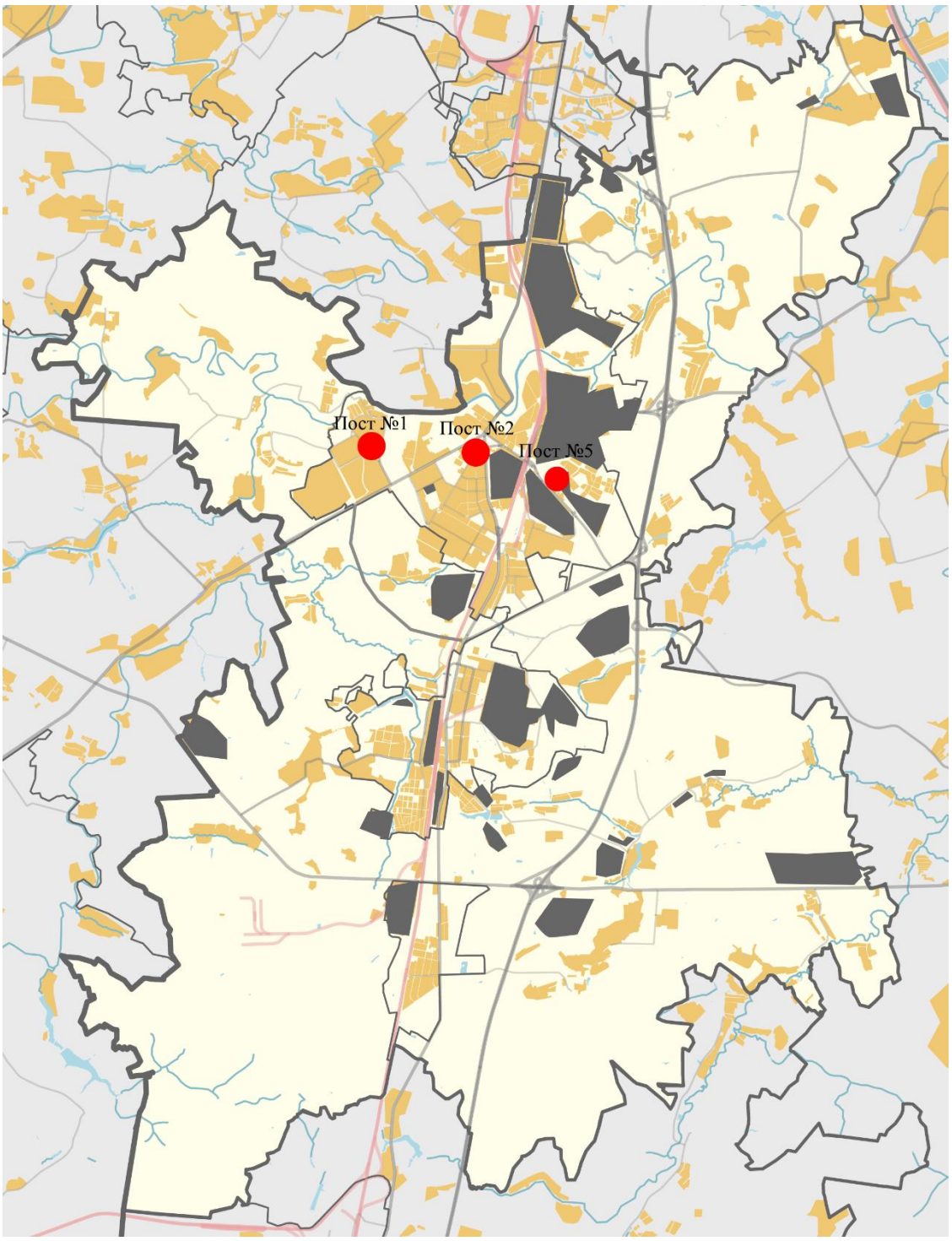


Рисунок 1. *Схема расположения производственных зон и постов осуществления мониторинга состояния атмосферного воздуха в городском округе Подольск в 2021г.*

Таким образом, корреляция между функциональным зонированием территории и метеорологическими условиями территории повышает эффективность мониторинговой сети в части состояния атмосферного воздуха. Данный метод позволяет расположить

точки мониторинга в тех местах, где требуется повышенный уровень контроля экологической обстановки, а также выявить участки, на которых требуется приоритетная организация экологического мониторинга.

Выводы

Государственный экологический мониторинг должен рассматриваться в качестве сложной многоуровневой системы, а не привычной вертикальной иерархии. Муниципальный экологический мониторинг должен быть составной частью национального мониторинга РФ, чтобы обеспечить экологическую безопасность городов. Предложенная методика позволяет организовать обеспечение органов местного самоуправления и граждан актуальной информацией о состоянии окружающей среды, а также реализовать оперативное принятие обоснованных решений для разработки и реализации мер по соблюдению экологической безопасности городов.

Проведенная работа отчасти показывает возможность оценки территории на основе корреляции метеорологических характеристик территории и функционального зонирования. Такой подход позволяет проводить разработку мониторинговой сети по приоритетным зонам, в случае невозможности оперативной организации мониторинга (например, по причине нехватки бюджета) на всей территории. Дополнительно стоит отметить высокую эффективность и полноту данных мониторинга при таком подходе, т.к. исключает недочеты при рассеивании выбросов.

Безусловно техническое оснащение системы мониторинга должно осуществляться с учетом автоматизированных технологий проведения мониторинга, а все данные, полученные в ходе проведения мониторинга, необходимо предоставлять на едином информационном ресурсе с целью соблюдения принципов гласности и доступности информации, соответствия современным технологиям, а также обеспечения оперативности и системности сбора данных.

Благодарности (на ваше усмотрение)

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]. 2021. URL: http://подольск-администрация.рф/ekologicheskij-byulleten/ (дата обращения: 31.01.2022)

2. Кислов А.В., Варенцов М.И., Горлач И.А., Алексеева Л.И. «Остров тепла» московской агломерации и урбанистическое усиление глобального потепления // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2017. №4. С. 12-19

3. Никитин Е.В. Мониторинг окружающей среды как система обеспечения экологической безопасности // Правопорядок: история, теория, практика. 2021. №3 (30). С. 27-31

4. Савельев П.М., Экзарьян В.Н. Особенности организации экологического мониторинга городских территорий // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли – 2021. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. С. 122-125

Роль микробного токсикоза глинистых грунтов при экотоксикологической оценке класса их опасности

Садов С.С.* (Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, sergik0599@mail.ru),
Григорьева И.Ю. (Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, ikagrig@inbox.ru)

Аннотация

Грунты, подлежащие экотоксикологический оценке, образуются в результате различных видов строительства, добычи полезных ископаемых или других видов работ, требующих изымания больших объемов грунта, который попадает под категорию «отходы». Для возможности дальнейшего использования или утилизации подобных грунтов проводится оценка класса их опасности [3]. Существующая практика не всегда позволяет сделать адекватную оценку. Ошибка же в определении класса опасности грунта может привезти к серьезным экономическим и экологическим последствиям. В реалиях современного мира всевозрастающие объемы грунтов, для которых необходима подобная оценка и ряд других экотоксикологических исследований, нацеливают на поиск и совершенствование методов, позволяющих всесторонне учесть особенности грунтов-отходов.

С целью определения влияния фитотоксичных микроорганизмов на результаты экотоксикологических исследований глинистых грунтов был проведен эксперимент, методика и результаты которого приведены в данной работе. Проведенные исследования свидетельствуют о недопустимости недоучёта возможности влияния микробного токсикоза на результаты экотоксикологических исследований.

Ключевые слова

Фитотестирование, микробный токсикоз, класс опасности.

Теория

Одним из наиболее важных способов экологической оценки состояния грунта является определение степени его токсичности [5]. Для оценки токсичности применяется множество различных методов, одним из которых является определение микробного токсикоза грунтов. Токсикоз грунтов – своеобразное проявление их биологической агрессивности, иными словами, это свойство грунтов угнетать рост и развитие растений в результате образования и накопления в них токсичных продуктов метаболизма микроорганизмов и выделений растений [4]. В грунтах чаще всего основную роль в токсикозе играют микроорганизмы, фитотоксичные формы которых встречаются у всех видов. Этот факт может значительно влиять на интерпретацию результатов фитотестирования, проводимого в рамках других экотоксикологических исследованиях, направленных на определение класса опасности грунта [1].

Нами был проведен лабораторный эксперимент проводился в соответствии с нормативными документами, регулирующими методику проведения фитотестирования [2]. В качестве объекта изучения были выбраны глинистые грунты (супеси и суглинки), отобранные на территории района Богородское города Москвы (вблизи ул.

Краснобогатырская и реки Яуза). В качестве тест-организма были использованы семена кресс-салата (лат. *Lepidium sativum*), сорта «Курлед». Данное однолетнее травянистое растение было выбрано исходя из короткого времени прорастания и высокой степени восприимчивости к различного рода токсикантам на стадии прорастания.

Основным параметром, фиксируемым в процессе эксперимента, является всхожесть. Собственно микробный токсикоз определялся методом грунтовых пластин с инициированным микробным сообществом, которое получают после обогащения образцов грунта крахмалом. На подготовительном этапе эксперимента, грунт растирался и доводился до пастообразного состояния (около 60% от полной влагоемкости грунта) путем добавления дистиллированной воды, а затем помещался в чашку Петри. Для синхронной активизации жизнедеятельности микроорганизмов, использовались образцы грунта, выдержанные не менее 2-х недель в воздушно-сухом состоянии. Далее происходила инициация развития микроорганизмов внесением в грунт небольшого количества крахмала, после чего грунты помещались в эксикатор и выдерживались при температуре +25° С две недели. За 24 часа до окончания срока инкубации грунта замачивались семена используемого тест-растения. По истечении срока инкубации в каждую чашку Петри помещалось по 10 семян, и в течении всего срока эксперимента производился контроль количества взошедших семян, а также в грунт добавлялось необходимое количество дистиллированной воды для поддержания влажности грунта.

Далее производился расчет всхожести для каждого типа грунта, результатом которого стал график изменений всхожести семян по дням (рис. 1), из которого видно наличие микробного токсикоза в образцах супеси, проявляющееся в задержке прорастания семян как в образцах грунта с инициацией микроорганизмов, так и в образцах без инициации.

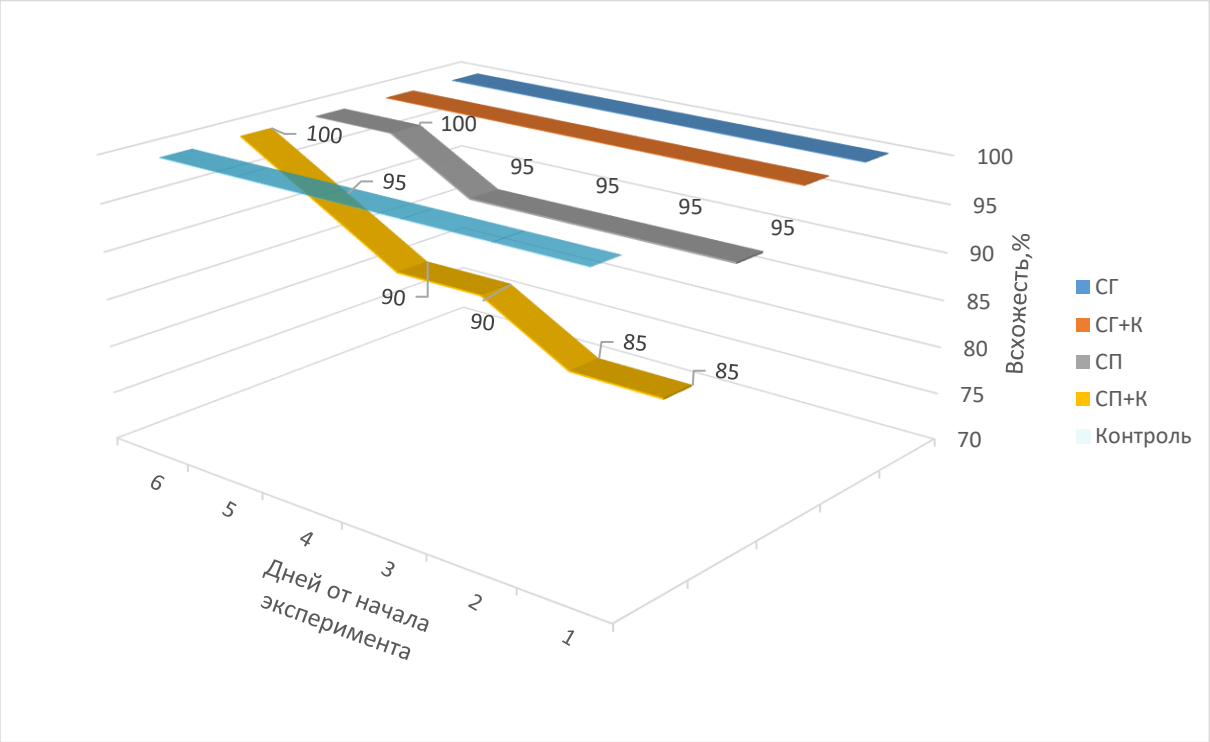


Рисунок 1. *Изменение всхожести Lepidium sativum (%) по дням для: СГ-суглинков; СГ+К – суглинков с крахмалом; СП – супесей; СП+К – супесей с крахмалом.*

Полученные результаты сравнивались с результатами фитотестирования, проводившегося в рамках эксперимента на образцах того же грунта при определении класса их опасности. Фитотестирование проводилось с использованием двух тест-растений: горчицы белой (*Sinapis alba*) и сорго (*Sorgum*), рекомендованных соответствующей нормативной документацией [3, 5]. Наиболее важными результатами эксперимента стали: соотношение откликов тест-растений (рис. 2) и определение эффекта торможения корней и ростков (рис. 3).

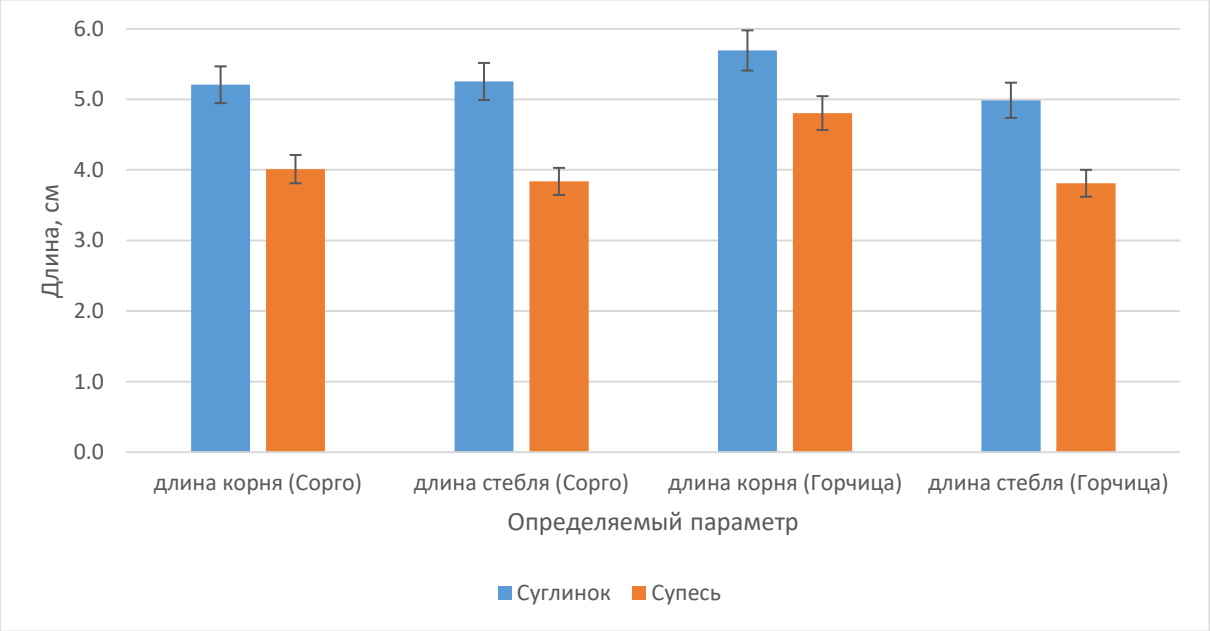


Рисунок 2. *Соотношение откликов используемых тест-растений (Sorgum и Sinapis alba) для супесей и суглинков.*

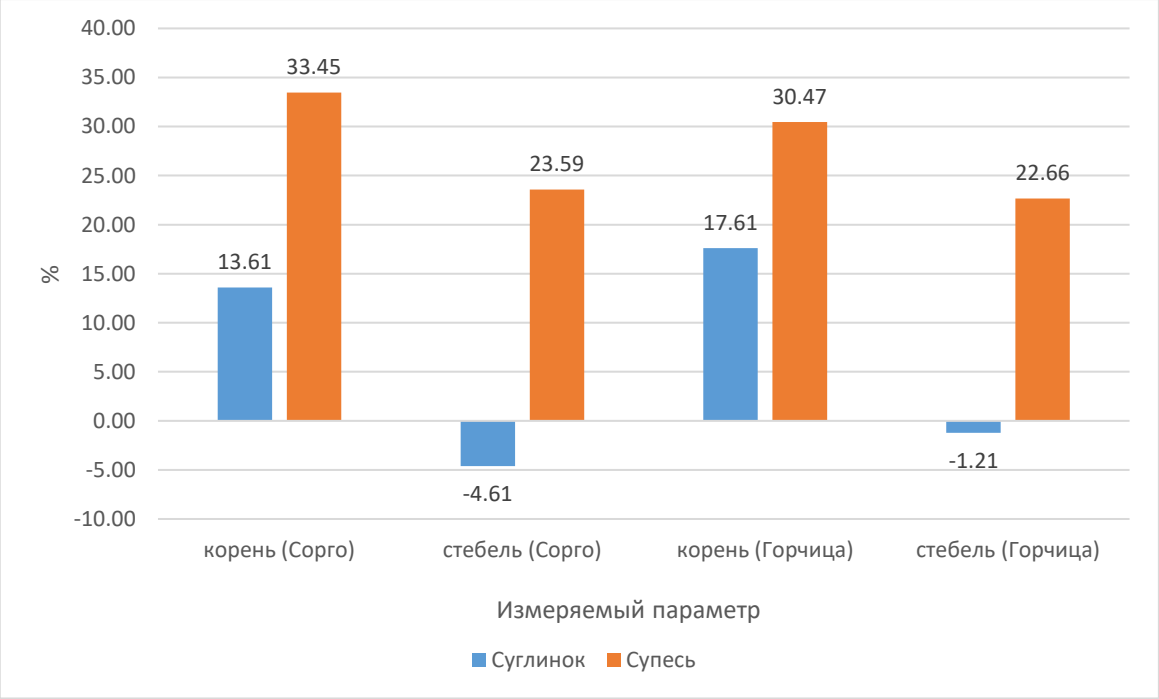


Рисунок 3. *Соотношение значений эффекта торможения Sorgum и Sinapis alba для супесей и суглинков.*

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить несколько закономерностей. Например, из графика соотношения откликов (рис. 2) четко прослеживается тенденция более низких значений средних длин корней и стеблей у обоих используемых тест-растений в образцах супеси, по отношению к длинам измеряемых параметров в образцах суглинка.

Анализируя значения эффекта торможения (рис. 3), можно заметить наличие небольшого стимулирующего эффекта для стеблей в образцах суглинка для обоих тест-растений, и наличие негативного эффекта (угнетения/деградации) и для корней, и для стеблей в образцах супеси так же для обоих растений.

Выводы

Таким образом, были обнаружены признаки микробного токсикоза в образцах супесчаного грунта, в то время как для образцов суглинка никаких характерных проявлений микробного токсикоза выявлено не было, но был обнаружен эффект стимуляции. Анализируя результаты фитотестирования, была выявлена тенденция угнетения проростков используемых тест-растений в супесчаных грунтах, что полностью коррелирует с результатами эксперимента по определению микробного токсикоза.

В связи с тем, что при определении класса опасности грунтов используются данные о средних значениях длин корней, стеблей и количестве проросших семян, наличие микробного токсикоза, а также степень его интенсивности может значительно влиять на конечные результаты.

В дальнейшем следует определить степень возможного влияния наличия микробного токсикоза, а также изучить обнаруженный стимулирующий эффект, который так же может быть связан с присутствующими в грунте аборигенными микроорганизмами.

Библиография

5. Биотестирование в экологическом контроле / под ред. В.А. Тереховой / В. А. Терехова, Д. М. Гершкович, М. М. Гладкова, и др. – М.: ГЕОС, 2017 – 70 с.

6. ГОСТ Р. 22030-2009. Качество почвы //Биологические методы. Хроническая
фитотоксичность в отношении высших растений. – 2010. – С. 3-4.

7. Гарант [сайт] «Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду"» URL: https://base.garant.ru/71296500/ (дата обращения 01.02.2022)

8. Лабораторные работы по грунтоведению: уч. пособие / Под ред. В. Т. Трофимова и В. А. Королёва, изд. 3-е испр. и доп / В. А. Королёв, В. Т. Трофимов, Е. Н. Самарин и др. — КДУ Москва, 2017 — 654 с.

9. МР 01.019-07 «Определение интегральной токсичности почв с помощью биотеста «Эколюм». Методические рекомендации N 01.019-07» (утв. Роспотребнадзором 15.06.2007)

Мониторинг природных и техногенных физических полей на территории города Москвы

Сазонова В.В.*

(Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, vlada3303@yandex.ru)

Аннотация

В работе представлены результаты исследований, проведенных в 2021 году на территории двух особо охраняемых природных территорий и прилегающих к ним селитебных зон (г. Москва), с целью оценки уровня физического (энергетического) воздействия на качество городской среды. Изучена природа техногенного физического загрязнения окружающей среды на примере распространения магнитной индукции и аэроионов в приземном слое атмосферы. Актуальность работы заключается в формировании основ мониторинга природных и техногенных физических полей при обосновании совершенствования методических рекомендаций по проведению социально-гигиенического мониторинга и системы экологического мониторинга урбанизированных территорий.

Ключевые слова

Эколого-геофизический мониторинг, физические поля, аэроионный состав атмосферы, магнитная индукция, качество городской среды.

Теория

Контроль за состоянием компонентов окружающей среды города Москвы включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов, водоохранных зон, дна, берегов и морфометрических особенностей водных объектов, геоэкологических процессов, почв, изучение химического состава грунтовых вод, системные наблюдения за состоянием зеленых насаждений и радиационно-экологический мониторинг [3]. В рамках социально-гигиенического мониторинга Москвы осуществляется контроль физических факторов, таких как уровень шума и вибрации на автомагистралях, электромагнитное излучение измеряется в эксплуатируемых жилых зданиях, транспорте и из точек измерения радионавигации аэропортов [2]. Однако измерения физических факторов проводятся преимущественно в связи с жалобами населения. Таким образом, в настоящее время в системе экологического мониторинга города Москвы наибольшее внимание уделяется оценке степени химического и биологического воздействия на компоненты природной среды. При этом незаслуженно обойденными оказываются техногенные физические поля, которые оказывают энергетическое воздействие на компоненты природной среды и определяют уровень комфортности городской среды для населения [1].

В работе представлены результаты эколого-геофизического мониторинга распространения физических полей - магнитной составляющей электромагнитного поля (магнитной индукции), а также баланса количества и соотношения аэроионов в приземном слое атмосферы. Исследования проводились в 2021 году в г. Москве на территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан», Музея-заповедника

«Коломенское» и прилегающих к ним селитебных территориях. Ключевой особенностью выбранных участков является наличие действующих объектов строительства метрополитена, находящихся в непосредственной близости от особо охраняемых природных территорий. На территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан» и прилегающей территории было выбрано для проведения замеров аэроионов и магнитной индукции 40 точек (площадь участка примерно 0,36 км^2), на территории Музея-заповедника «Коломенское» и селитебной зоны - 33 точки (площадь участка примерно 0,355 км^2).

Измерение магнитной индукции осуществлялось измерителем магнитного поля ИМП-05/1 в реальном масштабе времени в единицах измерения - нанотесла (нТл). Экологически безопасной нормой магнитной индукции является уровень в 250 нТл [4].

Измерение содержания аэроионов в воздухе проводилось с помощью малогабаритного счетчика аэроионов МАС-01, изготовленного ООО «НТМ-Защита». В соответствии с исследованиями выдающегося советского ученого А.Л.Чижевского (1987-1964 гг.) наиболее оптимальным соотношением аэроионов является концентрация положительных ионов 800 ион/см^3 и отрицательных 700 ион/см^3, в таком случае, коэффициент униполярности (q) - безразмерного отношения числа положительных аэроионов к числу отрицательных, составляет 1.14. В нормальных условиях суммарное количество ионов в 1 см^3 должно составлять 1500 ионов/см^3 [4].

На основе полученных данных в Surfer построены карты распространения магнитной индукции, среднего отношения положительных и отрицательных аэроионов (коэффициента униполярности) и среднего суммарного содержания аэроионов на выбранных участках (Рисунки 1, 2).

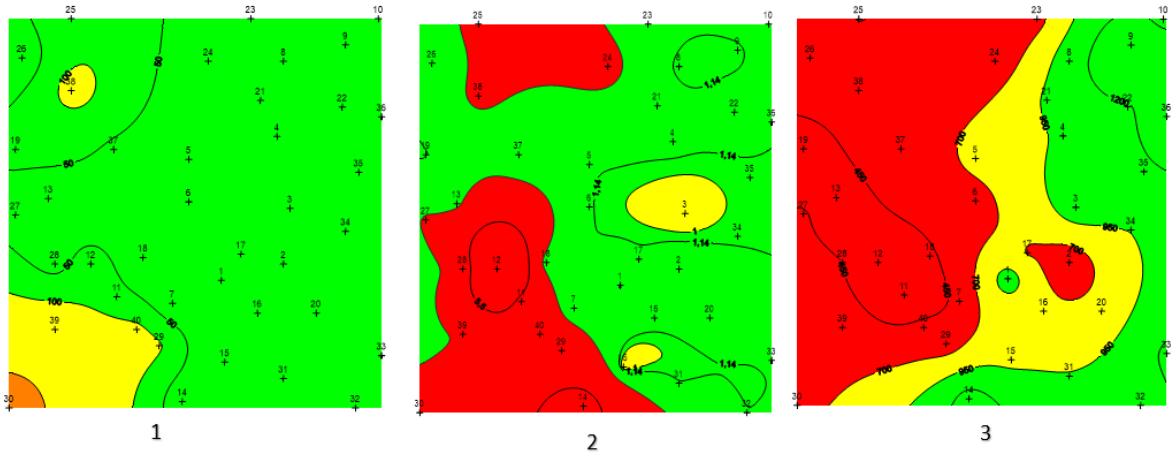


Рисунок 1. *Результаты измерений магнитной индукции (1), коэффициента униполярности (2) и среднего суммарного содержания аэроионов (3) на территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан» и прилегающей селитебной зоны.*

На территории Ландшафтного заказника «Теплый Стан» и прилегающих территориях не выявлено превышения допустимой безопасной нормы магнитной индукции в 250 нТл (Рисунок 1). В одной точке значения магнитной индукции составили более 200 нТл, что может быть связано с близостью участка строительства

метрополитена. На большей части территории заказника значения коэффициента униполярности находятся в пределах нормы, однако в некоторых точках, расположенных вблизи проезжей части, наблюдаются отклонения от нормы. В целом на участке наблюдается суммарный дефицит аэроионов, только наиболее отдаленные точки на территории заказника имеют значения суммы аэроионов больше 950 (Рисунок 1).

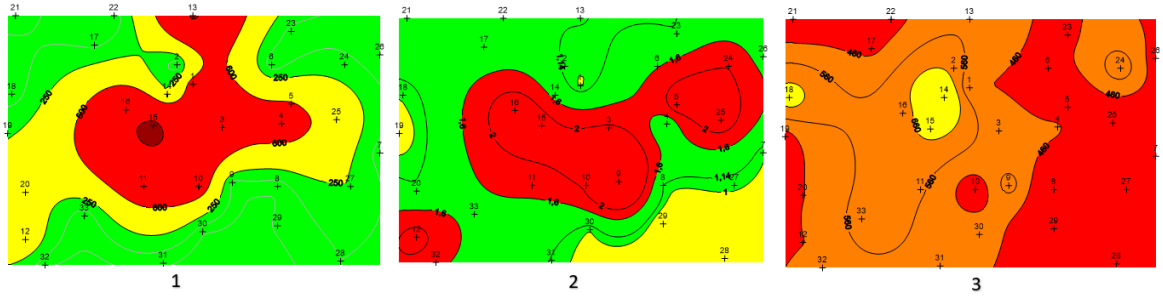


Рисунок 2. *Результаты измерений магнитной индукции (1), коэффициента униполярности (2) и среднего суммарного содержания аэроионов (3) на территории Музея-Заповедника «Коломенское» и прилегающей селитебной зоны.*

На территории Музея-заповедника «Коломенское» и прилегающей селитебной зоны выявлены превышения допустимой безопасной нормы магнитной индукции в 250 нТл в 12 точках из 33 (Рисунок 2). Превышения выявлены на границе участка строительства станции метро, а также вдоль проезжей части. Наиболее неблагоприятные значения коэффициента униполярности наблюдаются в точках, приближенных к участку строительства метрополитена. На всей территории данного участка наблюдается суммарный дефицит аэроинов - значения колеблются в диапазоне от 260 до 863,3 (Рисунок 2).

Сравнение средних величин магнитной индукции, коэффициента униполярности и суммарного содержания аэроионов на выбранных участках представлено в Таблице 1.

Таблица 1 *– Сравнение средних величин исследованных показателей.*

№	Показатель	«Теплый Стан»	«Коломенское»	Эталонное значение
1	Магнитная индукция, нТл	38,1	**355,6**	250
2	Коэффициент униполярности, +n/-n	**2,17**	**1,53**	1,14
3	Суммарное содержание аэроионов, +n+-n	**773**	**503,9**	1500

Территория Ландшафтного заказника «Теплый Стан» и прилегающей селитебной зоны является благоприятной по показателю распространения магнитной индукции. Однако значения средних величин показателей аэроионов свидетельствуют о преобладании неблагоприятных для человека положительных «тяжелых» аэроинов и суммарном дефиците аэроионов в воздухе (Таблица 1).

Средний показатель магнитной индукции на участке территории Музея-заповедника «Коломенское» и прилегающей селитебной зоны превышает допустимую безопасную норму. Средний коэффициент униполярности на территории является отклонением от эталонного значения, а среднее суммарное содержание ионов на участке втрое меньше оптимального, что свидетельствует о значительном техногенном воздействии (Таблица 1).

Выводы

В ходе исследования изучена природа техногенного физического загрязнения окружающей среды, а именно особенности распространения магнитной индукции и аэроионов на территории ландшафтного заказника «Теплый Стан» и Музея-заповедника «Коломенское» и прилегающих селитебных территорий. Исследование аэроионного состава атмосферы представляет собой нетривиальный подход к оценке качества атмосферного воздуха, поэтому характеристики содержания ионов в атмосфере могут рассматриваться как индикаторы степени комфортности жизнедеятельности населения. Установлено, что критические значения содержания аэроионов в атмосферном воздухе связаны с активным движением транспорта, недостаточным озеленением и близостью объектов инфраструктуры. Доказано, что на территории мегаполиса присутствует большое количество источников электромагнитного загрязнения, таких как трансформаторные подстанции, коммуникации вдоль проезжих частей, а также строительство метрополитена. Результаты исследований могут выступать в качестве основы для обоснования совершенствования и расширения методических рекомендаций по проведению социально-гигиенического мониторинга и системы экологического мониторинга города Москвы. Изучение природного и техногенного физического (энергетического) воздействия в мегаполисах является необходимым условием для оценки качества компонентов городской среды и здоровья населения.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность своему научному руководителю д.г.-м.н., проф. Экзарьяну В.Н., а также ведущему научному сотруднику Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, к.г.-м.н. Жигалину А.Д. за ценные советы и помощь, оказанные при проведении исследования.

Библиография

1. Архипова Е.В., Жигалин А.Д., Федорук Н.А., Тормышева Е.Э., Сазонова В.В. Контроль аэроионного состава атмосферы урбанизированных территорий // В журнале Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2020, № 1, С. 28-31.

2. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2020 году: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека: управление Роспотребнадзора по г. Москве. М, 2021, 217 с.

3. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2020 году. Под ред. А.О.Кульбачевского, Москва, 2021, 330 с.

4. Жигалин А.Д., Сазонова В.В., Грунчева Д.В., Романов И.С. Эколого-геофизический мониторинг территории городских поселений// Вестник филиала Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе, серия естественных наук – Душанбе, 1(17) 2021, с. 110-116.

Оценка загрязнённости поверхностных вод и донных отложений водных объектов г. Калуги

Сафронова К.С.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 19ksenya@mail.ru)

Аннотация

Исследовательская работа посвящена оценке загрязнённости и выявлению источников воздействия на поверхностные водные объекты города Калуги. Наиболее важными городскими поверхностными водными объектами, представляющими интерес как для населения, так и для промышленности, являются Яченское водохранилище, реки Терепец, Киевка, Яченка.

Актуальность проведённой работы определяется необходимостью минимизации неблагоприятных экологических последствий хозяйственной деятельности, а также обеспечения оптимальных условий жизни населения.

Ключевые слова

Поверхностные водные объекты, донные отложения, химический анализ, загрязнённые воды.

Теория

В работе использовались стандартные методы наблюдения, отбора и анализа природных компонентов, которые включали следующие этапы:

1) Организация пунктов наблюдения на водоёмах, имеющих хозяйственное значение, а также подверженных загрязнению сточными водами различных предприятий.
2) Проведение визуальных маршрутных наблюдений, включающих общие систематические осмотры водных объектов и прилегающих к ним территорий с целью оценки экологического состояния.
3) Отбор проб воды для химического анализа по 19 компонентам.
4) Оценка загрязнения водных объектов. В качестве расчётного метода был использован расчёт индекса загрязнённости воды (ИЗВ). Химический анализ проб воды проводили в аккредитованной лаборатории ООО фирма «Экоаналитика», г. Калуга.

В ходе исследования было выявлено, что во время дождя [2] в воде всех рек существенно возрастают концентрации железа, марганца, цинка и никеля, что подтверждает предположение о нахождении этих компонентов в составе калужских грунтов и попадании их в водные объекты в результате смыва с прилегающих территорий во время осадков. По результатам анализа рассчитанных ИЗВ определено, что Яченское водохранилище соответствует 4 классу качества воды и является загрязнённым объектом. Река Яченка относится к 5 классу качества воды и является грязной. Река Терепец и река Киевка относятся к 7 классу качества воды и являются чрезвычайно загрязнёнными. При этом в ходе маршрутных наблюдений, исследуемых поверхностных водных объектов установлено, что рекреационные зоны вносят немалую

антропогенную нагрузку на реки и водохранилище города. Кроме того, сохраняются проблемы сброса недостаточно очищенных вод.

Состояние донных отложений [4] оказывает воздействие на биохимическую активность поверхностных водных объектов и в совокупности с водной средой определяет состояние биоценоза гидроэкосистемы. Наиболее значимыми показателями, определяющими роль донных отложений в жизнедеятельности биоты, являются показатели загрязнений биогенными веществами (соединениями азота и фосфора), нефтепродуктами, а также микроэлементами и железом. Загрязнённость донного грунта может приводить к вторичному загрязнению водной среды.

Результаты химического анализа донных отложений, нормированные по региональным фоновым значениям, представлены в таблице 1.

Таблица 1. *Результаты химического анализа донных отложений, нормированные по региональным фоновым значениям*

№	Место отбора проб	Нефтепродукты, мг/кг почвы	Фосфор (по P2O5) мг/кг почвы	Азот нитратов N(NO3), мг/кг почвы	Азот аммония (N(NO4) , мг/кг почвы	Органическое вещество	Железо, мг/кг почвы	Марганец , мг/кг почвы	ИЗД
1	р. Киевка	33,21	0	0,86	4,07	3,97	5,38	1,54	7
2	р. Терепец	8,71	0	0,72	0,84	2,11	2,21	0,53	2,16
3	р. Яченка	7,07	0	2,2	2,36	3,74	4,74	0,86	2,99
	Фоновое значение	**0,14**	**64,63**	**4,73**	**7,92**	**1,4**	**4093**	**360,3**	**-**

Из таблицы следует, что в каждом створе имеется хотя бы один показатель, имеющий превышение фонового значения, при этом в разных створах они различаются. Это не позволяет сопоставить различные створы по уровню их загрязнения на основе индивидуальных показателей. Поэтому для оценки загрязнённости донных отложений необходимо использовать интегральные показатели.

Одним из них является индекс загрязненности донных отложений (ИЗД). Использование ИЗД позволяет провести сравнительный анализ по различным створам наблюдений водотоков и сопоставить уровень их качества с общим уровнем загрязнённости. Показатель ИЗД позволяет также отследить происходящие изменения во временной динамике, что важно для выработки природоохранных мероприятий.

Для определения ИЗД можно воспользоваться способом оценки характеристики загрязненности почв (ИЗП) [4], где предложено использовать значения ПДК соответствующих загрязнителей в виде ИЗП = (∑ Ci /ПДКi)n. Условием повышенного загрязнения почв принималось ИЗП>1 [1].

В отсутствие нормативов ПДК для донных отложений использование усредненных региональных фоновых показателей [3] позволяет оценить отклонение содержания отдельных компонентов донной среды от нормального уровня.

На рисунке 1 приведена диаграмма для иллюстрации результатов, представленных в таблице 1.

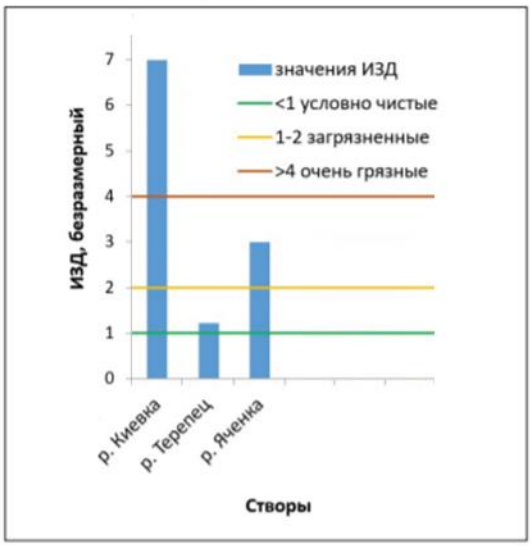


Рисунок 1. *Изменение интегрального показателя донных загрязнений (ИЗД) по створам наблюдения*

В соответствии с таблицей 1 и рисунком 1, загрязнённость исследованных донных отложений характеризуется значениями ИЗД>1. Используя предложенную шкалу градаций качества донных отложений, полученные результаты можно охарактеризовать следующим образом:

Пробы, взятые из рек Киевка и Терепец, характеризуются как «загрязнённые», а проба, отобранная в реке Киевка, «очень грязная».

Проведённая оценка качества донных отложений характеризует их общее загрязнение как из антропогенных, так и природных источников. При этом последние могут определяться особенностями гидрогеологической природы региона и биохимическими процессами, происходящими в водных объектах.

Выводы

Таким образом, в работе определены основные показатели, характеризующие антропогенное воздействие на поверхностные водные объекты города Калуги: индекс ИЗВ; индекс загрязненности донных отложений ИЗД.

Показано, что использование данных показателей является важным элементом для оценки степени и характера антропогенного загрязнения поверхностных вод и донных отложений, выявления источников незарегистрированных сбросов.

По результатам данной работы рекомендованы меры по реализации мероприятий по охране водных ресурсов: ликвидация незарегистрированных и недостаточно очищенных сбросов загрязнённых вод в водные объекты предприятиями города; реконструкция городских очистных сооружений; контроль и исключение сброса недостаточно очищенных поверхностных ливневых стоков, формирующихся на урбанизированных территориях и др.

Благодарности

Выражаю особую благодарность моему научному руководителю Руковицыну Вадиму Вячеславовичу, к.г-м.н., за значимые замечания и советы при написании научно-исследовательской работы. Искреннюю признательность за ценные советы и помощь в сборе первичных данных автор выражает также специалисту компании «Экоаналитика» Шошиной Регине Ринатовне.

Библиография

1. Богданов Н.А., Чуйков Ю.С., Рыбкин В.С., Метод оценки состояния земель по индексу загрязнения почв. Астраханский вестник экологического образования №1(23), – 2013 г. – сс.102-112;
2. Молодык А.Д., Маньшина И.В., Шошина Р.Р., Ваганов Г.А. «Техногенное воздействие на поверхностные водные объекты. Критерии выбора целевых региональных показателей техногенного воздействия». – Калуга: Изд-во ООО фирма «Экоаналитика». – 2019 г. – сс.15-17;
3. Прохоров Ю.А., Королева И.В., Ваганов Г.А., Лунькина Г.Б., Маньшина И.В., Молодык А.Д., Шошина Р.Р. «Мониторинг поверхностных водных объектов Калужской области. Развитие, состояние и перспективы». – Калуга: Изд-во ООО фирма «Экоаналитика». – 2018 г. – 32 с.;
4. Шошина Р.Р., Иванова В.Е., Маньшина И.В., Молодык А.Д. «Перспективы использования системы интегральных эколого-аналитических показателей состояния водных объектов в рамках концепции комплексного регионального мониторинга на территории Калужской области». - Калуга: Изд-во ООО фирма «Экоаналитика». – 2020 г. сс.19-22.

Оценка антропогенной нагрузки на южную часть Хибинского массива

Седова С.С. (ФИЦ КНЦ РАН, Sima.Sedova@mail.ru)

Аннотация

Последние годы развитию Арктики уделяется все больше внимания: это перспективный регион, богатый природными ресурсами, имеющий уникальные условия и биоценозы. Хибинский массив – самое крупное месторождение апатитов и нефелинов, добыча которых приводит к тому, что горный массив испытывает сильные антропогенные нагрузки. В данной работе представлены результаты исследования состояния водоемов, атмосферного воздуха и ландшафтов, а также сравнение степени антропогенной нагрузки на разные долины южной части Хибинского массива.

Ключевые слова

Экология, Хибинский массив, воздействие рудников, химический анализ воды, миграция микроэлементов

Теория

Хибинский массив расположен в Мурманской области и является крупнейшим в цепи возвышенностей центральной и западной частей Кольского полуострова. Массив представляет собой сложное по форме и составу щелочное интрузивное тело больших размеров, образовавшееся в результате тектонно-магматической активизации. Возраст интрузии по радиогеологическим анализам определяется как постдевонский (290±10 млн. лет). Минералогическое многообразие массива (в том числе и уникальное месторождение апатит-нефелиновых руд) обусловлено и химическим составом расплавов и множественными взаимными контактами магматических расплавов разного времени на всем протяжении формирования ввиду реакций расплавов разного состава между собой [2].

В ходе исследования были изучены акватории оз. Большой Вудъявр, оз. Малый Вудъявр и их долины. В район наблюдения вошли: г. Айкуайвенчорр, г. Кукисвумчорр, долина Ворткеуай, долина оз. Малый Вудъявр, долина р. Белая. Визуальный осмотр был проведен также на плато Расвумчорр, Юкспорр, верховьях Воуниемйока, низовье р. Гакмана, г. Эвеслогчорр, г. Юкспорр, г. Апатитовая, г. Тахтарвумчорр и Вудъяврчорр. Применялись методы визуального наблюдения, лихеноиндикации, химического анализа воды и оценки мутности. В процессе изучения региона были проложены маршруты к точкам, представленным на рисунке 1.

По результатам визуального осмотра наименее подвергнуты антропогенному воздействию долина Малого Вудъявра и долина р. Белая, обстановка на территории города благоприятная. В юго-западной части Хибин располагается большое количество рудников, в связи с этим огромная часть рельефа преобразована в техногенные отложения, масштаб которых сопоставим с размером гор, хребты, находящиеся рядом с производством, постоянно подвергаются вибрационным нагрузкам из-за взрывов, происходящих три раза в сутки, часто происходят осыпи и обвалы крупных размеров, заметные из города. Ситуация на территориях, прилегающих к рудникам, достаточно

напряженная: разрушения склонов существенны и такое преобразование рельефа невосстановимо.

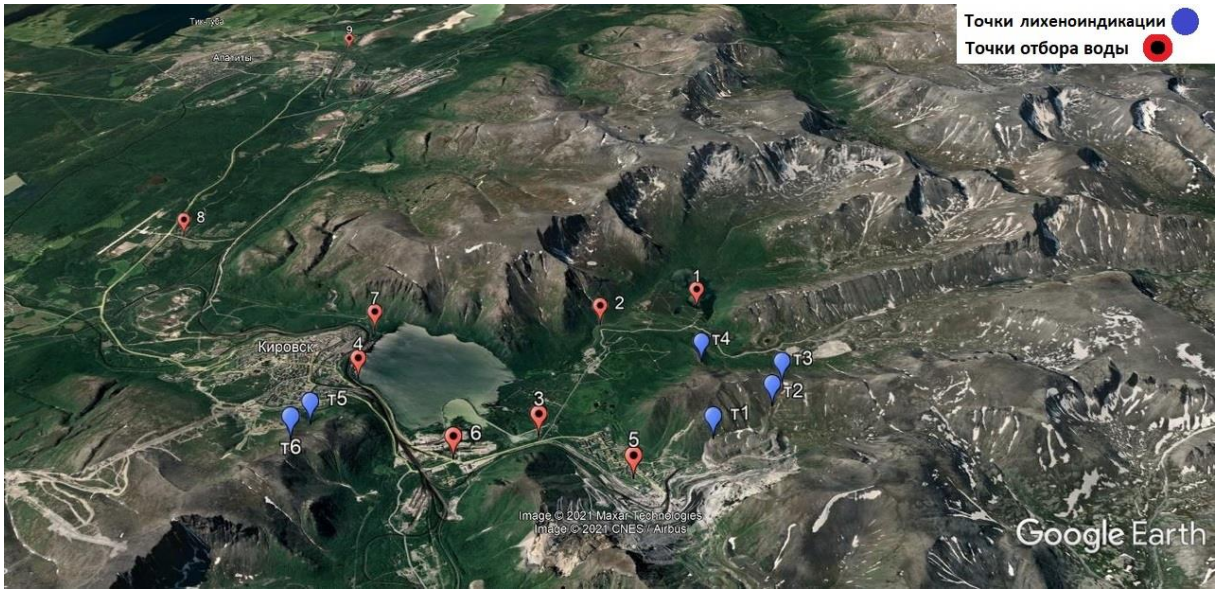


Рисунок 1. *Район исследования*

По результатам лихеноиндикации загрязнений атмосферного воздуха во всех долинах не было обнаружено, однако показатели в соседних долинах различаются примерно в 10 раз.

По результатам химического анализа воды обнаружены естественные превышения фона у таких элементов, как Sr (в р. Лопарская значения фона превышены в 15 раз) и Al [1]. Также есть элементы, концентрации которых не превышают фоновые (Ni, Pb, Cd, Li, Cs.) Однако концентрации Ti, Fe, Cu, Zn, Mn, U и Cr в реках, впадающих в Большой Вудъявр, повышены и рассеиваются до фона вниз по течению. График изменения концентрации микроэлементов относительно фоновых значений представлен на рисунке 2.

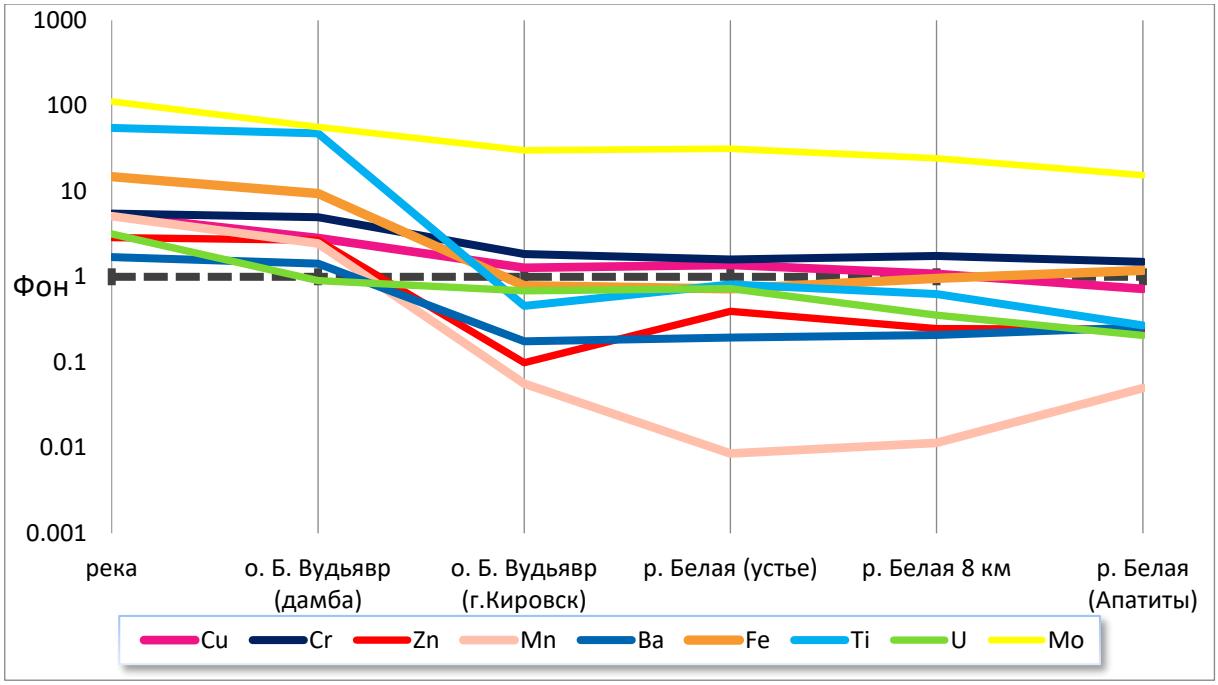


Рисунок 2. *Диаграмма относительной концентрации микроэлементов*

При сравнении полученных концентраций с фоновыми значениями для этого региона Кольского полуострова [4] видна миграция химических элементов и изменение их концентраций. Единственным элементом, содержание которого превышает ПДК, оказался алюминий, изменение концентраций которого представлены на рисунке 3, однако стоит отметить, что эти превышения имеют естественное происхождение.

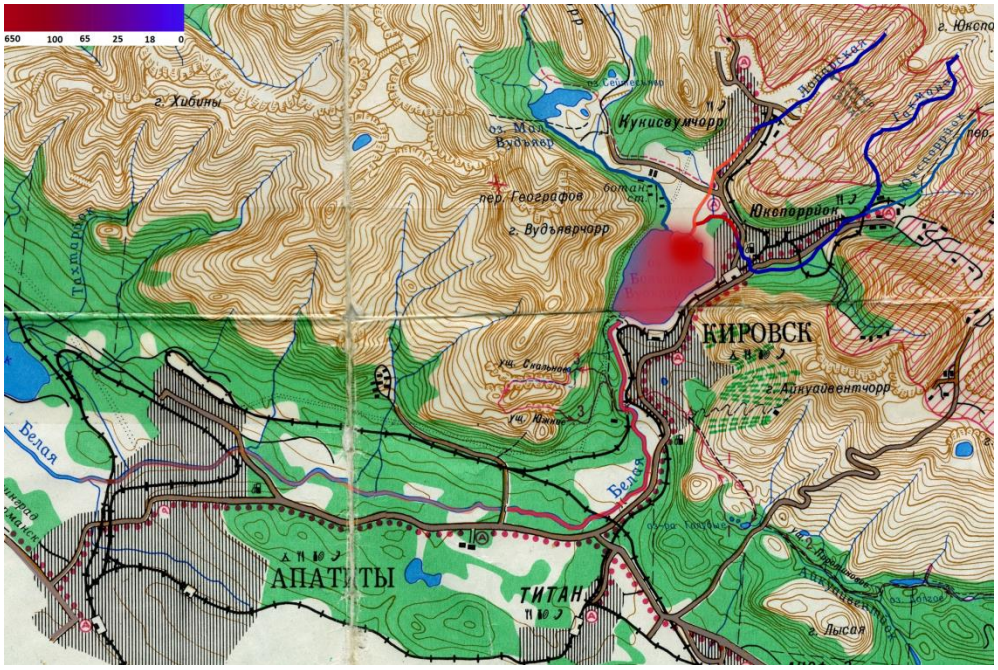


Рисунок 3. *Карта-схема распределения алюминия*

Подобные пути миграции имеют все элементы, показанные на диаграмме. Концентрация элементов уменьшается по мере удаления от места впадения рек, что мы можем наблюдать при сравнении анализа воды из двух разных точек в озере: вблизи дамбы и в черте Кировска. Также стоит отметить резкое уменьшение концентраций металлов после оз. Большой Вудъявр, что говорит о том, что озеро является естественной дамбой для этих элементов, которые накапливаются в донных отложениях. В данном исследовании использовался масс-спектрометр ELAN 9000.

Мутность во всех реках района превышает фоновые значения [4], что связано с естественными причинами: высокая концентрация тонкодисперсных взвешенных частиц, не обладающих способностью к полноценному растворению (распространенное явление в горных районах, вызванное активной речной эрозией и высокой скоростью и турбулентностью течения в горных реках [3]). Например, в р. Вудъяврйок, не испытывающей антропогенной нагрузки, мутность превышает фоновую почти в два раза. Однако стоит заметить, что в некоторых реках превышения фона можно назвать критичными: в р. Лопарской фоновые значения превышены в 1500 раз, а разница с мутность в р. Вудъяврйок, которую в данных условиях можно считать за фон, в 800 раз. Визуально вода очень мутная, погружающийся в нее прибор не видно уже на глубине 0,5 см. Также отмечены критичные превышения значения мутности в р. Юкспоройок (в 400 раз). Мутность в р. Белая существенно ниже, в низовьях реки она превышает фон в 30 раз. Эти загрязнения, очевидно, имеют антропогенную природу и требуют более тщательного анализа. Для анализа мутности был использован мутномер Hash TSS Portable.

Выводы

В ходе исследования были выявлены значительные различия в экологическом состоянии нескольких долин Хибинского массива. По результатам анализа воды, антропогенную нагрузку, близкую к критической, испытывают реки Лопарская и Юкспорройок, куда попадают сточные воды рудников. Также различия видны в качестве атмосферного воздуха. Наблюдается большой контраст между состоянием юго-западной и южно-восточной части массива, в которой ведутся разработки апатита. Различия концентрации микроэлементов в водоемах достигают 60 крат, мутности 800 крат, качество атмосферного воздуха в соседних долинах различается в 3 раза. По результатам исследования, на юго-востоке массива наблюдаются существенные изменения в ландшафте и экосистемах, возможность обратимости которых требует дополнительных исследований. В свою очередь, состояние юго-западной части массива можно считать благоприятным, его экосистемы почти не испытывают антропогенной нагрузки.

Благодарности

Выражаю признательность заведующему лаборатории ФИЦ КНЦ РАН Слуковскому З.И. за сотрудничество в проведении исследований, предоставленное оборудование и материалы, заведующему лаборатории водных экосистем Денисову Д.Б. за предоставленные материалы.

Библиография

1. Арманд А.Л., Зак С.И., Каменев Е.А., Минаков Ф.В., Михеичев А.С., Петерсилье И.А. «Щелочной Хибинский массив» издание Недра, Ленинград, 1972 г

2. Шкурский Б.Б. – лекция «Хибины в пространстве и времени»

3. Мутность воды, измерение [Электронный ресурс] режим доступа: https://www.ecoinstrument.ru/service/public/edinitsy_izmereniya_mutnosti/

4. Specifics of the elemental composition of waters in environments with operating mining and ore-processing plants in the Kola North [Электронные текстовые данные] режим доступа: https://link.springer.com/article/10.1134%2FS0016702917010025

Возможности экологического мониторинга с помощью глобальной навигационной спутниковой систмы (ГНСС)

Силина А. Р.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, silinaanastasia011@mail.ru), Дамрин А. Г. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, damrin79@mail.ru)

Аннотация

В настоящее время в мире всё чаще используются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Эти системы применяются в самых различных областях человеческой деятельности, в том числе для экологического мониторинга. Наряду с глобальными спутниковыми системами, в последнее время начали развиваться региональные спутниковые системы, охватывающие навигационным полем некоторые локальные регионы Земли. В связи с этим ключевым вопросом является изучение экологической ситуации в динамике на разных иерархических уровнях

Ключевые слова

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), GPS, ГЛОНАСС, космический сегмент, экологический мониторинг

Теория

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) – неотъемлемая часть нашей жизни. Они применяются во многих сферах. Существует несколько ГНСС, но на территории Российской Федерации распространение получили две: ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) и американская GPS (Global Positioning System) NAVSTAR (NAVigation Satellite providing Time And Range). Системы включают в себя три сегмента: космический сегмент, сегмент управления и пользовательский сегмент. На рисунке 1 представлен сегмент структуры ГНСС.

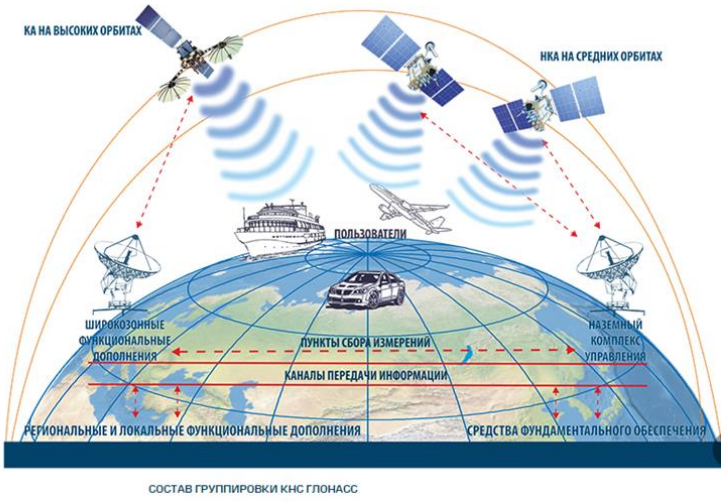


Рисунок 1. *Структура ГНСС*

Космический сегмент состоит из спутников ГНСС, находящихся на орбите около 20 000 км над землей. Каждая ГНСС имеет собственное «созвездие» спутников, расположенных на орбитах. Каждый спутник в ГНСС созвездии передает сигнал, который идентифицирует его и предоставляет время, орбиту и статус.

Сегмент управления включает в себя наземную сеть главных станций управления, станций загрузки данных и станций мониторинга; в случае GPS, две главные станции управления (одна основная и одна резервная), четыре станции загрузки данных и 16 станций мониторинга, расположенных по всему миру. В каждой системе ГНСС главная станция управления регулирует параметры орбиты спутников и бортовые высокоточные часы, когда это необходимо, для поддержания точности измерений. Станции мониторинга, обычно устанавливаемые в обширной географической зоне, отслеживают сигналы и состояние спутников и передают эту информацию на главную станцию управления. Главная станция управления анализирует сигналы, затем передает на спутники поправки для орбиты и времени через станции загрузки данных[1].

Пользовательский сегмент состоит из оборудования, которое обрабатывает полученные сигналы от спутников ГНСС и использует их для получения и применения информации о местоположении и времени. Оборудование варьируется от смартфонов и портативных приемников, используемых туристами, до сложных специализированных приемников, используемых для высокоточных измерений и картографических работ.

Мониторинг деформации земной коры имеет решающее значение для понимания состояния накопления деформаций в районах вокруг границ плит, активных разломов и вулканов. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) широко используется для регистрации деформации земной коры с высоким временным разрешением.

За последние несколько десятилетий было построено множество сетей ГНСС. Например, в США были созданы региональные сети, которые в основном охватывают сейсмически и вулканически активные районы, как система разломов Сан-Андреас, Алеутская дуга и Гавайские острова. Распределение станций отражает цель этих сетей для мониторинга деформации в региональном масштабе. Часть данных из этих сетей анализируется в режиме реального времени и используется для раннего предупреждения землетрясений. В Японии действует непрерывная общенациональная сеть ГНСС, ГСИ, ГЕОНЕТ. В ГЕОНЕТ насчитывается более 1300 объектов и среднее расстояние между объектами ГНСС составляет примерно 20-25 км. Эта плотная общенациональная сеть ГНСС позволила выявить различные явления деформации земной коры. В Европейском союзе гражданская система ГНСС Galileo, эксплуатируется Европейским агентством глобальных навигационных спутниковых систем (GSA). Система обеспечивает глобальное покрытие.

Основной целью экологического мониторинга является сбор, систематизация и анализ данных об экологической обстановке для обеспечения информационной поддержки принятия управленческих решений. Это может быть решение таких задач, как:

организация и проведение наблюдения за количественными и качественными показателями, характеризующими состояние окружающей среды;

оценка состояния окружающей среды, своевременное выявление и прогноз развития негативных процессов, влияющих на состояние окружающей среды, выработка рекомендаций по предотвращению вредных воздействий на нее;

информационное обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц по вопросам состояния окружающей среды;

формирование государственных информационных ресурсов о состоянии окружающей среды;

обеспечение участия Российской Федерации в международных системах экологического мониторинга.

Как правило, данные для экологического мониторинга поступают от различных датчиков, стационарных и мобильных лабораторий. Везде, где используются мобильные лаборатории и датчики, место проведения экологического мониторинга целесообразно определять, используя ГНСС и в качестве дополнительного сервиса КАП А-ГЛОНАСС.

Глобальная спутниковая навигационная система представляет огромное значение для различных областей деятельности человека: навигация в авиации, мореплавании и автомобильном транспорте, для геодезических работ различного назначения, в строительстве, мониторинге массивов горных пород и деформаций объектов.

Глобальная спутниковая навигация принципиально изменяет традиционную технологию геодезических работ. По сравнению с последней она имеет такие преимущества:

- непрерывность измерений;
- мониторинг земной поверхности;
- результаты получаются в системе общего земного эллипсоида;
- обеспечивается полная автоматизация измерений и обработки результатов;
- время наблюдений на пункте, как правило, не превышает одного–двух часов, а в том случае, когда не требуется высокая точность измерений, может быть уменьшено до 1–2 мин;
- одновременная видимость нескольких спутников позволяет исключать основные источники погрешностей в спутниковых наблюдениях, в результате чего достижима точность определения относительных координат 1*10–6 и выше, что означает возможность конкуренции с наземными методами измерений.

Каждый космический аппарат излучает навигационные сигналы на нескольких несущих частотах. Квадратурные составляющие сигналов, передаваемых на каждой из несущих частот, подвергаются фазовой манипуляции различными дальномерными псевдослучайными последовательностями (ПСП). Структура некоторых из этих ПСП опубликована, соответственно данный сигнал может приниматься всеми потребителями. Структура другой части ПСП закрыта, поэтому данный сигнал доступен для приёма только санкционированным потребителям, которым структура ПСП известна[2].

Услуга стандартного позиционирования SPS и временной синхронизации доступна для всех категорий потребителей безвозмездно и глобально и реализуется посредством излучения всеми космическими аппаратами GPS навигационных радиосигналов, модулированных дальномерным кодом C/A (Coarse/Acquisition – грубый приём).

Услуга точного позиционирования PPS реализуется посредством излучения всеми космическими аппаратами орбитальной группировки GPS навигационных радиосигналов в диапазонах L1 и L2, модулированных дальномерным P(Y)-кодом. Услуга PPS предназначена для использования исключительно вооружёнными силами США, федеральными агентствами США и вооружёнными силами некоторых союзников.

В GPS используется Всемирная геодезическая система 1984 года (World Geodetic System – WGS-84). Очередное уточнение параметров системы WGS-84 (G1678) состоялось в 2012 году, при этом расхождения между действующей системой WGS-84 и ITRF 2008 составляет величину порядка 1 см, т. е. обе системы являются фактически идентичными.

Системное время GPS связано с координированным всемирным временем (UTC) в соответствии с наблюдениями морской обсерватории США (USNO). Номинально шкала

времени GPS имеет постоянное, равное 19 с, расхождение с международным атомным временем TAI. Отсчёт времени ведётся в неделях GPS и секундах в рамках текущей недели, начало отсчёта – 00 ч 00 мин 06.01.1980. В системе GPS номер недели записывается с помощью 10-разрядного двоичного числа, максимальное значение номера недели равно 1 23 Нулевой номер недели повторился в полночь с 21 на 22 августа 1999 г.

Управление орбитальной группировкой GPS осуществляет 2-ая оперативная космическая эскадрилья Космического командования ВВС США. В настоящее время управление орбитальной группировкой GPS осуществляет наземный комплекс управления второго поколения (Operational Control Segment - OCS), который включает в себя:

главный центр управления системой GPS на базе ВВС Шривер; резервный центр управления системой GPS; станции мониторинга Национального агентства геопространственной разведки; глобальную сеть закладочно-измерительных станций; станции мониторинга GPS ВВС США; запросные станции GPS L-диапазона[3].

Система ГЛОНАСС в расширенной конфигурации для экологического мониторинга включает в себя следующие составные части:

- космический комплекс системы ГЛОНАСС, состоящий из орбитальной группировки, средств выведения, наземного комплекса управления;
- функциональные дополнения, включая широкозонную систему функционального дополнения ГНСС – систему дифференциальных коррекций и мониторинга, а также региональные и локальные системы мониторинга и дифференциальной навигации;
- система высокоточной апостериорной эфемеридно-временной информации;
- средства фундаментального обеспечения ГЛОНАСС – системы оперативного определения параметров вращения и ориентации Земли, системы формирования государственной шкалы всемирного скоординированного времени, геодезической основы.

Выводы

Возможность экологического мониторинга с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) является актуальной темой на сегодняшний день, потому что ГНСС-технологии являются инновационными во многих областях народного хозяйства. Например, в геодезии позволяют существенно повысить точность и снизить затраты времени. В кадастровой деятельности значительно упростился процесс определения координат земельных участков. В военной сфере ГНСС-технологии позволяют точно, оперативно определять положения техники или солдата. В геоэкологии целью мониторинга является сбор и систематизация данных об экологической обстановке на данный момент.

Библиография

1)А.О. Куприянов Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2017 – 76 с.

2)Мониторинг деформаций земной поверхности, зданий и сооружений спутниковыми системами Авторы: Спиридонов В. П., Бирюков Г. Н.

3)Стеблева, И. В. Проблемы и перспективы глобальной навигационной спутниковой системы / И. В. Стеблева, Д. В. Завгородняя, Ю. В. Куражова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 13 (147). — С. 92-94.

4) Современное развитие ГНСС ГЛОНАСС и GPS Авторы: Гарин Е.Н., Крылова В.А., Лютиков И.В.

Техноприродные процессы в урболандшафтах

Смирнов Игорь Николаевич (ФГБОУ ВО Национальный исследовательский «Московский государственный строительный университет», don5igor@yandex.ru)

Аннотация

На современном этапе градостроительная деятельность сопровождается принципиально иным, чем в предшествующие эпохи, масштабом и характером трансформации земной коры. Ее последствия затрагивают слои глубиной до нескольких сот метров, а площадь урболандшафтов достигает тысяч квадратных километров. Значительно усиливается статическая и динамическая нагрузка на подстилающие массивы горных пород. Все эти явления сопровождаются дестабилизацией геологической среды и развитием опасных техноприродных процессов.

Вместе с тем сопутствующие градостроительной деятельности опасные техноприродные процессы все чаще вызываются комплексом различных факторов. По этой причине системный подход к изучению этих явлений приобретает все большую актуальность. Тезисы будут размещены в сборниках в том же виде, как они были представлены. Сотрудники оргкомитета конференции не будут производить редактирования или перепечатывания тезисов. В случае некорректного оформления тезисы могут быть отклонены.

Ключевые слова

Геологическая среда, Урболандшафт, Техноприродный процесс, Зонирование

Теория

Техноприродные процессы представляют собой результат хозяйственной деятельности человека, использующего технику и технологии, вследствие чего несут реальную опасность и потенциальную возможность разрушительных действий на окружающую природную среду, нанесение материального ущерба или вреда человеку. В современных реалиях все, что создается руками человека техносфера, призванная максимально защищать его от природных опасностей, в результате сама становиться источником множества угроз на Земле [1].

К опасным природным и техноприродным процессам, относятся:

1 Развитие склоновых процессов. 2 Развитие оврагообразования. 3 Развитие карстово-суффозионных процессов и морозного пучения. 4 Подтопление территории. 5 Развитие эрозионных процессов . 6. Проявление просадочных явлений. 7 Образование отвалов и насыпей 8. Развитие эрозионных процессов 9. Проявление селей[4].

В последнее десятилетие неуклонно растет количество катастрофических событий как в мире в целом, так и в отдельных странах. Многие опасные природные процессы связаны с проявлением техноприродных процессов – оползней, селей и др. Изменилась активность экзогенных процессов, наиболее чувствительных к погодным условиям, прежде всего оползней и селей. Общая причина катастрофических природных процессов – механические и энергетические преобразования, происходящие в земной коре, ее поверхности и прилегающих к ней слоях атмосферы, под влиянием деятельности человека [2].

Урболандшафт – это городской ландшафт, сформировавшийся в результате градостроительного преобразования территории, характеризующийся однородной природной основой и определенным типом градостроительного использования (Фалолеева, 2004). Он заключает в себе природную и антропогенную (особенности застройки и функциональное назначение территории) составляющие [5].

Воздействие антропогенных и природных факторов на урболандшафты приводят к образованию отдельных групп нарушенных территорий присутствующих в любом городе. К нарушенным территориям можно отнести следующие группы. 1) С природными источниками нарушения (например, территории, подверженные сейсмическим влияниям). 2) С антропогенными источниками нарушения (например, территории полигонов ТКО, промышленных и сельскохозяйственных объектов). 3) Смешанные территории, в которых антропогенная нагрузка накладывает отпечаток или активизирует опасные природные процессы и явления (например, карст, овражная эрозия, оползни). Например, оползень Долины реки Сетунь можно отнести к смешанному типу проявления процессов (рис. 1).

Рисунок 1. *Оползень «Долины реки Сетунь»*

В последние годы стал очевидным факт существенного влияния изменений геологической среды урбанизированных территорий на состояние природных ресурсов, представляющих собой основные элементы наземного урболандшафта. В связи с этим очевидным является и то, что вызываемые функционированием городского хозяйства изменения геологической среды оказывают заметное влияние на состояние природно-технических систем агропромышленного и других типов, располагающихся непосредственно вблизи городских поселений. Во многих случаях приходится уже говорить о необходимости учета комплексного взаимовлияния через геологическую среду различных природно-технических систем [7].

В городах сосредоточено наиболее концентрированное и массовое антропогенное воздействие на геологическую среду земли, поэтому, крупные, города называют центрами воздействий на геологическую среду. Городская среда несет специфическое воздействие на геологическую среду, это объясняется существующими особенностями городской системы. В черте города осуществляются различные виды строительства, ведется хозяйство по множеству отраслям, присутствует разнообразие различных видов инженерной и хозяйственной деятельности, с чем связано многообразие различных видов воздействия и изменение геологической среды урболандшафта городской среды. Так, вблизи территории Аминьевского шоссе происходит изменение геологической среды урболандшафта из-за прокладки канализационных труб (рис. 2). Отрицательные изменения наиболее чувствительны в индустриальных городах и крупных мегаполисах, где нарушению подвергаются природные ландшафты, рельеф, состояние пород, подземных вод, естественный ход геологических процессов. Очень важно в процессе строительства и проектировки городских сооружений усиливать оздоровительные функции компонентов природной среды, устранять или ограничивать действие вредных факторов, сохранять все здоровые, полезные факторы в окружающей природной среде города и улучшать её, в том числе это относится и к геологической, среде. В последнее время возникла проблема создания в городах искусственных элементов геологической среды: форм рельефа, породных массивов с новыми заданными свойствами, искусственных почв, подземных хранилищ воды, нефти, газа и прочих объектов воздействия [6].

Рисунок 2. *Насыпи на Аминьевском Шоссе*

По существующим видам воздействия на геологическую среду городскую среду можно зонирование на несколько частей: промышленная зона, природная зона, селитебная зона, линейные объекты.

Все процессы, проявление которых могут встретиться в черте города, можно разделить на несколько групп:

1) процессы переноса вещества водными потоками в открытых руслах или на склонах (русловые процессы, эрозионный состав, оврагообразование, сели и т. д.);

2) геофильтрационные процессы (изменение напоров и уровней подземных вод, питание, разгрузка, водообмен между водоносными горизонтами, водоносными горизонтами и поверхностными водотоками и т. д.приводящие к возникновению подтоплений);

3) процессы тепломассопереноса в пределах горных породах, а также подземных вод (диффузионный процесс, конвективный перенос в геофильтрационном или электрическом поле, сорбция, растворение и выщелачивание горных пород и т. д.);

4) процессы, приводящие к механической трансформации горных пород (упругие и упругопластические деформации, вибрации, пластическое и вязкопластическое течение, уплотнение, разрушение горных пород, разжижение, суффозия и т. д.);

5) геомикробиологические процессы (кругооборот азота, углерода, железа и т. д., происходящие при участии микроорганизмов);

6) сложные, зоны проявления техноприродных процессов, которые являются сочетаниями нескольких процессов или групп процессов, перечисленных выше (карстово-суффозионные, оползневые и т. д.).

Данные процессы возникают в результате влияния различных природных и техногенных факторов. В соответствии с функциональным профилем города формируется свой специфический комплекс антропогенных изменений для каждого отдельного города[3].

Выводы

1) Градостроительная деятельность в современном мире приобретает значительные масштабы и наносит урон состоянию земной коры.

2) Изучение техноприродных процессов при строительстве объектов в урболандшафтах имеет значительную важность.

3) Только комплексный подход к изучению техноприродных процессов в урболандшафтах поможет избежать опасностей, связанных с их возможной активизацией при строительстве объектов.

Библиография

1. Болтырев В.Б. Стороженко Л. А. Опасные природные и техноприродные процессы. Екатеринбург: УГГУ, 2020. 537 с.

2. Закономерности в расположении городов и влияние городских систем на рельеф [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=563078 Дата обращения 22.11.2021

3. Ипатов П.П. Инженерная геология городов: Томск: ТПУ, 2008. 257 с.

4. Мальнева И.В. Прогнозирование современных геологических процессов на территории России и стран СНГ в начале XXI века // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2019, №1. С. 60–69

5. Марцинкевич Г.И. Счастная И.И. Звозников А.А. Структура и эколого-геохимическая оценка урболандшафтов г. Пинска // Белорусский государственный университет, 2004. С. 7-10.

6. Суздалева А.Л. Вторая геология – наука о техногенных телах литосферы // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 176-177.

7. Суздалева А.Л. Создание управляемых природно-технических систем. М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. 160 с.

Роль топографических карт при оценке геоэкологического состояния селитебной территории

Собченко А. А.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, Bambi.201202@gmail.com), Дамрин А. Г. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, damrin79@mail.ru)

Аннотация

Проблема оценки геоэкологического состояния селитебных территорий приобретает в последние десятилетия все более актуальное значение. Ключевые вопросы, возникающие у учёных при оценке, связаны с разработкой методик и подходов к изучению. Общепринятыми и стандартными являются экологический мониторинг, социально-экономическая оценка, экологическая экспертиза и другие. Геоэкологическая информация является многообразной как по происхождению, так и по содержанию. Поскольку для каждой отдельно взятой территории применяются конкретные методики оценки, в соответствие с заселённостью, наличием промышленных предприятий, разработкой ресурсов, то важным является поиск унифицированного подхода к оценке для любой территории. В связи с этим использование топографических карт и планов крупных масштабов может стать базой для получения обобщённой геоэкологической информации.

Ключевые слова

топографическая карта, геоэкологическое состояние, план, селитебная территория.

Теория

Топографическая карта представляет собой основной графический документ о местности, который отражает и содержит точное, подробное и наглядное изображение местных предметов и рельефа. **Карты масштаба 1:10 000 и 1:25 000** – самые подробные и точные и предназначены для детального изучения и геоэкологической оценки отдельных небольших участков местности. Фрагмент топографической карты изображен на рисунке 1.

Рисунок 1. *Фрагмент топографической карты*

Геоэкологическая оценка селитебной территории основывается на анализе геоэкологических проблем и ситуаций в основе изучения которых лежат: динамика компонентов ландшафта, ресурсный потенциал, степень антропогенной нагрузки на ландшафтный комплекс, возможность противостоять антропогенным воздействиям [1].

Преимущества топографических карткак источников экологической информации заключаются в следующих их особенностях:высокой степени изученности территории; их комплексного содержания; разнообразия характеристик (количественных и качественных); разного временного охвата (от долго- срочного до сезонного); непрерывности получаемой информации в строго организованной иерархии объектов; высокой точности планового, высотного и размерного порядка; унифицированной математической основе, воформлении и содержании [2].

В настоящее время выделяется ряд устоявшихся показателей, применяемых в качестве критериев при оценке состояниятерритории. К ним относят количественные характеристики элементов ландшафта, а также совокупные показатели их плотности, взаимного положения и пр.

Описание территории по топографическим картам получают при использовании картографического метода, заключающегося в работе с прямо снимаемыми с карты параметрами и производными параметрами объектов, процессов и явлений.

Прямо снимаемые с карты (элементарные) параметры представляют собой качественные и количественные характеристики топографических объектов, которые указаны на топографической карте и выражены в числовом или текстовом виде. Их можно получить непосредственно путем прямых геометрических измерений с поправкой на точность масштаба карты. К количественным параметрам относятся высота, длина, ширина, площадь (высота обрыва, ширина реки, длина моста, площадь водоема и др.). Прямоснимаемые параметры также моно извлечь в виде семантической атрибутивной информации объекта. Однако, это в том случае, если карта составленав электронном виде. К ним относятся, например, материал стен, этажность зданий и номер постройки. Также прямо снимаются с топографической карты координаты объекта, его ориентировка и др.

Производные параметры получают вследствие сопоставления и преобразования одного или нескольких элементарных параметров с применением вычислений и анализа. К ним относятся относительные или комплексные характеристики отдельных объектов и их классов. В качестве примеров можно привести степень лесистости

территории, степень распаханности, плотность озёр на единицу площади территории, отношение площади лесных насаждений, застройки, гидрографии к общей площади территории. К более сложным параметрам следует отнести – расчлененность рельефа местности, густоту гидрографической сети и т.д. Производные параметры связаны с графоаналитическими приемами – картометрией, морфометрией, приемами математической статистики и математического анализа карт [3].

Анализируя топографическую карту можно сделать также вывод: прямые и производные параметры могут быть выражены количественно и качественно. Производные параметры могут быть получены на основе первичных – вторично по определённым ранее показателям.[4] Сюда следует отнести расчёт показателей средневзвешенного уклона для рек с неравномерным профилемпо уклонам ее отдельных участков. В таблице 1 приведён информационно-экологический потенциал населенных пунктов как отдельного класса топографических объектов.

Таблица 1 - *Информационно-экологический потенциал населенных пунктов на топографических картах*

Параметры		Экологические показатели
прямо снимаемые с карты	производные	
Населенный пункт: административно-территориальное значение, заселённость,тип населённого пункта; Здания: площадь здания, назначение, количество этажей, материал стен; Внутригородские объекты: жилые и нежилые кварталы, огороды, сады, парки, клумбы, газоны, зеленые насаждения, водоемы; Улицы: длинна, густота	Селитебные территории: границы, площади; Планировка жилой застройки: плотность застройки территории, соотношение одно- и многоэтажной застройки, качество жилищного фонда (огнестойкость); Соотношение нежилого и жилого фондов; Рекреационный потенциал - степень озеленения; Пути и средства сообщения внутри насе ленного пункта; Территориальная концентрация населения	Демографическое давление на единицу площади; Культурное и историческое значение территории; Степень антропогенной нагрузки: транспортная нагрузка, загрязнение воздушного бассейна, шумовое воздействие; Комфортность условий жизни; Пожароопасность; Функциональное зонирование территории

Названия населённых пунктов имеют различные шрифтовые обозначения. В них заключена информация о численности населённого пункта и типе поселения, по которым в совокупности с площадью населенного пункта можно судить о плотности населения на единицу площади. Демографическое давление можно рассчитать исходя из численности населения на единицу площади. Фактически оно может совпасть с плотностью населения, однако в общем случае учитываются не только районы его непосредственного проживания, но и территории интенсивной деятельности. Количество этажей зданий, которое указывается на топографических картах и планах масштаба 1:10 000 и крупнее, предоставляет собой дополнительные сведения для оценки распределения плотности населения в отдельных частях населенного пункта. По

размещению одноэтажной и многоэтажной застройки можно судить о степени антропогенной нагрузки на единицу площади территории. По наличию культурных и исторических памятников, архитектурно значимых сооружений, заповедников, культурных центров и кладбищ можно судить об историческом, культурном и рекреационном значении территории.

Огнестойкость жилой застройки кварталов и объектов нежилого назначения в совокупности с плотностью застроенной территории могут прямо указывать ситуацию, связанную с рисками опасности последствий при пожаре, а, следовательно, и на безопасность проживания населения. Местоположение кварталов (топология и характер планировки жилой застройки, выражающийся в плотности застроенной территории одно- и многоэтажными зданиями), степень озеленённости, наличие объектов общественного назначения (деловые центры) могут говорить о повышенной комфортности условий проживаниянаселения. Совокупность площадей разных типов жилой застройки отражает распределениежилого и нежилого фонда.

Протяженность и густота транспортной сети (улицы, железные дороги, метро, трамвайные линии) в населенных пунктах могут отражать уровень загрязнения отдельных природных сфер. Например, шумовое воздействие в крупных городах увеличивается по мере к приближению к главным транспортным магистралям и зависит не только от транспортной нагрузки, но и от этажности и плотности жилой застройки, наличия зеленых насаждений. Эти объекты показаны на топографических картах и планах.

Выводы

Наряду с населенными пунктами могут быть исследованы и другие классы топографических объектов, что в совокупности позволит дать оценку территории по комплексным геоэкологическим показателям.

Топографические карты и планы исполняют роль картографической основы и обеспечивают пространственно-территориальную привязку множества факторов географической среды, которые оказывают влияние на геоэкологическую ситуацию селитебной территории. Их использование в прогнозировании и оценке геоэкологического состояния может служить одним из ведущих и в тоже время простейших методических приёмов в практической деятельности.

Библиография

1. Берлянт А.М Картографический метод исследования / А.М. Берлянт. – М, 1988 – 252 с.

2. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация / А.М. Берлянт. – М, 1986 – 238 с.

3. Дамрин А.Г. Формирование пригородных зон / А.Г. Дамрин, Д.Ф. Нестерюк // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика. Материалы 4-й региональной научно-практической конференции -2016 – С. 39-41.

4. Дамрин А.Г. Картография: учебно-методическое пособие / А.Г. Дамрин, С.Н. Боженов. – Оренбург, 2012 – 42 с.

Экологическое воздействие добычи урана на качество подземных вод

Тё В.С.* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru)
Турсунметов Р.А. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tursunmet@rambler.ru)

Аннотация

В работе изложено изменение химического состава подземных вод в зоне подземного выщелачивания и прилегающих территориях. Выявлены особенности динамики изменения минерализации, жесткости подземных вод, которые расположены выше сенонского водоносного горизонта, где ведется добычи урана способом подземного выщелачивания.

Ключевые слова

Водоносный горизонт, минерализация, жёсткость, выщелачивание, миграция

Теория

Вода является важным стратегическим сырьем XXI века. Основным методом добычи урана является СПВ (*подземного скважинного выщелачивания), что является одной из основных причин загрязнения подземных вод [1].* В пределах Центральных Кызылкум пресные подземные воды играют важную роль в жизнедеятельности населения. Кроме того, в сенонских, палеогеновых и плиоценовых отложениях выявлены подземные воды относительно низкой минерализации. Здесь также предъявляются особые требования к качеству подземных вод. В связи с этим, в дальнейшем основной задачей является сохранение качества подземных вод во всех отношениях.

Степень экологического воздействия подземного выщелачивания на геологическую среду зависит от размеров рудных залежей; запасов главного полезного компонента – урана; концентраций продуктов его естественного радиоактивного распада, особенно тем из них, которые обладают высокой миграционной способностью и низкими значениями ПДК. Из всего радиоактивного семейства урана, которое насчитывает 18 естественных радиоактивных изотопов, наиболее опасны радон, радий, свинец-210, ионий и полоний. На предприятиях Узбекистана по добыче урана методом СПВ в качестве реагента используется серная кислота и кислород. Выщелачивающий раствор или реагент (кислород) взаимодействует не только с урановыми минералами, но и с рудовмещающей породой. В результате в подземные воды, помимо серной кислоты, могут поступать: радионуклиды, макрокомпоненты Ca, Fe, A1, микрокомпоненты Zn, Cu, Ni, Se, Be, V, Co, Cr, SiO_2, Ti и т.п. При этом общая минерализация подземных вод возрастает (в частности в подземных водах, распространенных на месторождении Северный Канимех, их минерализация составляет порядка 20 г/л, что превышает ПДК по данному показателю в 20 раз).

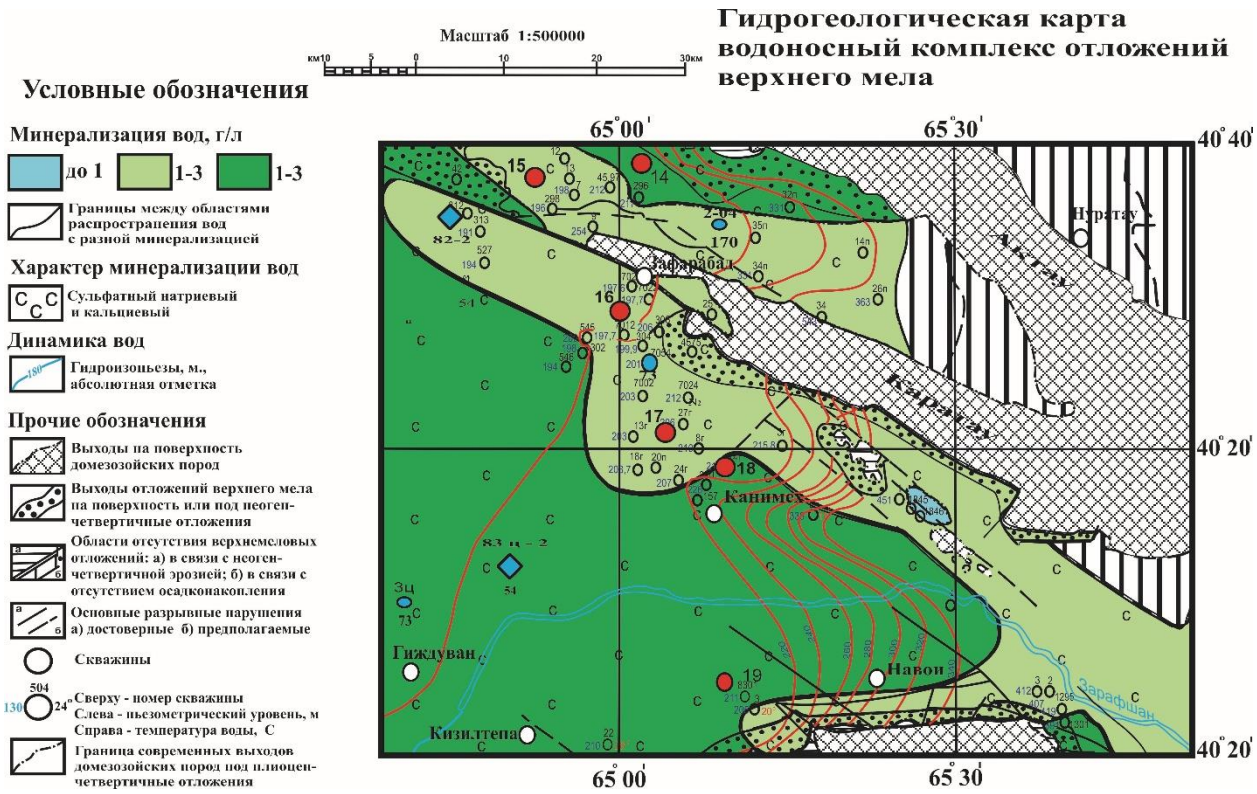


Рисунок 4. *Гидрогеологическая карта водоносного комплекса отложений верхнего мела.*

По скважине № 73 расположенной в зоне выщелачивания, характеристика подземных вод вскрытой в неогеновом водоносном горизонте характеризуется аномальными изменениями. При этом минерализация воды достигает 25 г/л, а жесткость воды более 100 мг – экв./л (**Рисунок 4**). Эти воды также характеризуются окислительным свойством, о чем свидетельствует отношение, анионов к катионам, стремящееся к единице. Таким образом аномальное изменение этих характеристик связано с практическим отсутствием водоупоров между верхним водоносным горизонтом и рудовмещающим водоносным горизонтом, где производится выщелачивание. В этом случаи, подвижные ионы, также стремятся мигрировать по вертикали к поверхности земли, при этом параметр pH несколько повышается, что согласуется с увеличением содержания щелочных элементов.

По результатам многолетних исследований установлено, что химические элементы радия и радона, мигрирующие из глубин, скапливаются в наибольшей степени до глубины 1 м от поверхности земли. Следовательно, потребуется изучение поведения радиоактивных элементов, находящихся в почвах грунтов, т. к. в дальнейшем радон может переноситься атмосферными воздушными потоками в пределах населенных пунктов и по сельскохозяйственным угодьям. Кроме того, необходимо изучить содержание радия в почвах грунтов, являющийся источником радона.

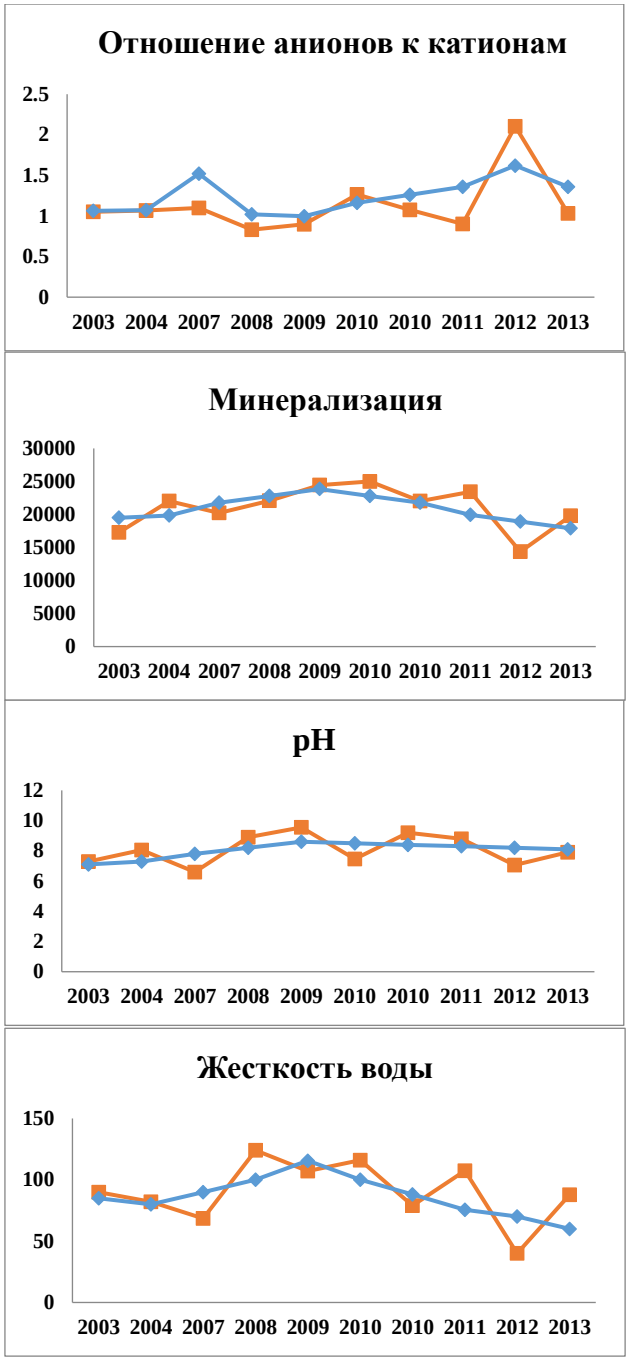


Рисунок 5. *Графики изменения гидрохимических параметров.*

Таким образом сопряженность изменения химического состава и наличие радиоактивных элементов в подземных водах характеризует степень радиоактивной загрязненности [2]. До настоящего времени не изучено поведение радиоактивных элементов в почвах грунтов над урановым оруденением, где происходит выщелачивание. Стоит отметить, что над урановым оруденением действуют миграционные каналы естественного происхождения, благоприятствующие движению радиоактивных элементов, особенно радона. С другой стороны, как уже отметили, в пределах техногенных участков слабо развиты водоупоры, что благоприятствует миграции подвижных ионов радиоактивных элементов.

Из представленного следует, что с годами наблюдается тенденция повышения степени минерализации и жесткости, в тоже время снижение параметра pH. С другой стороны, также наблюдаем снижение отношение свободной энергии анионов к катионам, которые указывает на развитие окислительных процессов в водоносном горизонте. Таким образом, в этом водоносном горизонте с каждым годом ухудшается качество пресных подземных вод, в особенности жесткость воды (более 12 – 14 мг – экв./л). При этом необходимо отметить, что вблизи пресно – водного месторождения не функционируют крупные техногенные объекты. Следовательно, изменение химического состава подземных вод, по всей вероятности, связано с миграцией радиоактивных элементов. При этом установлено, что с уменьшением минерализации влияние радиоактивных элементов на химический состав подземных вод несколько усиливается.

Влияние радиоактивных излучений проявляется изменением хим. состав подземных вод, как в пределах техногенной зоны, так и сопредельных участках. В качестве оценочного параметра могут использоваться отношения свободной энергии анионов к катионам, а также pH, минерализация и жесткость подземных вод (**Рисунок 5**).

В этих условиях влияние радиоактивных излучений, однозначно может подтверждаться высокоточными радиометрическими наблюдениями на местах, и ядерно - физическими способами анализа подземных вод по оценки содержания радиоактивных элементов дочерних продуктов распада радона.

Выводы

Для оценки качества подземных вод, находящихся под воздействием радиоактивных излучений потребуется выполнение научно – исследовательских работ по следующим направлениям:

- изучение механизма сорбирующей способности водоносного горизонта и природы миграции радиоактивных элементов при помощи наблюдательных гидрогеологических скважин. Причем гидрогеологические скважины располагаются на западной стороне, и наблюдения ведутся на трех уровнях, которые совпадают с глубиной залегания водоносных горизонтов. В этом случаи, также можно изучать вертикальные миграции радиоактивных элементов;

- изучение динамики изменения химического состава подземных вод, как в пределах зон выщелачивания, так и за ее пределами. В этом аспекте, будет изучаться не только химический состав, но и окислительно – восстановительный потенциал и pH. По результатам хим. анализов будут рассчитаны свободные энергии анионов и катионов. А по результатам гидрогеохимического моделирования будут устанавливаться активные макрокомпоненты, которые контролируют распространение микрокомпонентов, особенно радиоактивных элементов;

- создание методики оценки последствий радиоактивных излучений, как в подземных водах, так и в почвах грунтов. В этом аспекте, при оценке динамики изменения подземных вод уделяется внимание на сопряженности результатов хим. анализов и изучению радиоактивных свойств подземных вод, полученных ядерно-физическим способом;

- необходимо создать методику высокоточных радиометрических наблюдений по изучению радиоактивных элементов в подземных водах на местах. Эти измерения сопровождаются окислительно-восстановительным потенциалом и pH подземных вод на местах. В дальнейшем необходимо развивать наблюдательные сети, по которым осуществляется геоэкологический мониторинг за качеством подземных вод.

Библиография

1. Бекман И.Н. «Радиоэкология и экологическая радиохимия»: учебник для вузов – Москва: Изд. Юрайт, 2019. – 497 с.

2. Игнатов П.А., Верчеба А.А. «Радиогеоэкология и проблемы радиационной безопасности»: учебное пособие – Изд. Ин-Фолио, 2010. – 256 с.

Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кузбасса

Турушева А.С. * (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, turushevaa@list.ru),
Мазаев А. В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, доцент, к.г-м.н, mazaevav@mgri.ru)

Аннотация

В настоящее время освоение природных ресурсов осуществляется интенсивными темпами, которые приводят к изъятию из пользования значительных площадей плодородных земель и нарушению экологической обстановки. Особое место в этом отношении занимает угольная промышленность, которая особо развита в Кемеровской области. Без преодоления процесса деградации почв и сохранения почвенного покрова невозможно сохранить ни растительный и животный мир, ни частоту воды и воздуха, ни в целом нормального функционирования биосферы. В статье показано, что площади нарушенных земель в Кемеровской области в начале XXI века увеличиваются, согласно официальным статистическим данным. В результате анализа, территория Кузбасса разделена на несколько районов по приоритетному направлению рекультивации.

Ключевые слова: экология, рекультивация, нарушенные земли Кузбасса

Теория

Рациональное землепользования в социально-экономическом развитии регионов России имеют большое значение, данный вопрос особо актуален для ресурсного региона, имеющего спектр экологических проблем и имеющий высокую плотность населения. Угольная промышленность является одной из наиболее экологически сложных отраслей народного хозяйства страны. Предприятия угольной промышленности оказывают существенное негативное воздействие на все компоненты природной среды, вызывая нежелательные изменения. Среди российских отраслей, угольная промышленность занимает шестое место, выбрасывая в атмосферу 3% общего объема загрязнений, сбрасывая в воду 7% загрязняющих веществ и нарушая 9% земель от общего количества изъятых из оборота площадей [1]. Зоны негативного воздействия нарушенных земель зачастую в несколько раз превышают площади, занимаемые карьерами и отвалами.

В настоящее время освоение угольных месторождений осуществляется интенсивными темпами, которые приводят к изъятию из пользования значительных площадей плодородных земель и нарушению экологической обстановки, таким образом приводя неизбежную трансформацию природных ландшафтов в антропогенные. По доле нарушенных земель в общей территории региона Кузбасс в 10 раз опережает средний показатель по России и является одним из самых развитых промышленных регионов в Сибири. К 2030 году на разрезах Кузбасса планируется добывать более 275-330 млн т угля в год [2].

Нарушенные земли – это угодья, утратившие свою первоначальную хозяйственную ценность в связи с их нарушением и являющиеся источников отрицательного воздействия на окружающую среду. Согласно государственному стандарту ГОСТ

17.5.1.01-83, под нарушением земель понимается процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательных, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям земель [3].

На 1 января 2021 года площадь нарушенных земель в Кемеровской области составила 96 тыс. га, что на 3,9 тыс. га больше по сравнению с предыдущим годом [4]. Распределение земель Российской Федерации по угодьям в разрезе субъектов Российской Федерации на 01.01.2021 представлена ниже (рис. 1).

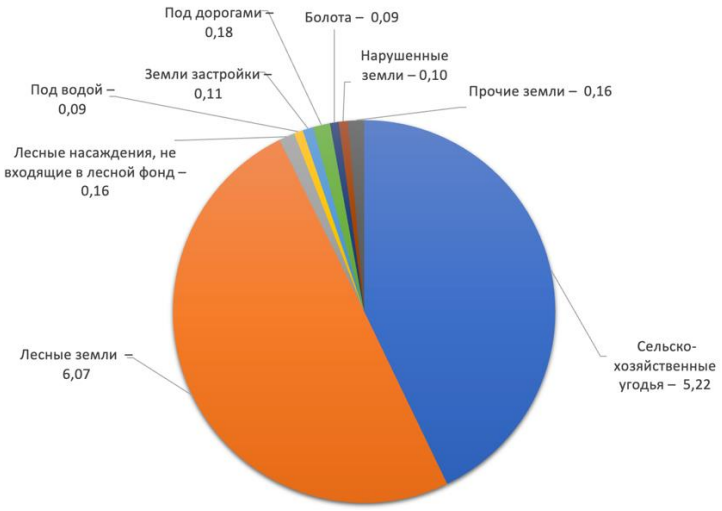


Рисунок 1. Распределение земельного фонда Кемеровской области – Кузбасса по угодьям (на 01.01.2021 года, млн. га)

Основными типами нарушенных земель в Кузбассе являются: карьерные выемки и сопутствующие им внутренние и внешние породные отвалы, формирующиеся при открытой добыче угля; поверхности с преобладанием провальных форм рельефа, отвалы, возникшие при подземно-шахтной добыче угля; отвалы и хвостохранилища отходов обогащения угля. Развитие тепловой энергетики (в настоящее время в Кузбассе работают 11 крупных объектов генерации энергии, на которых около 100 % электроэнергии вырабатывается за счет сжигания угля) формируют многочисленные и крупные гидрозолоотвалы. Мелкие карьерные выемки при добыче песка и гравия, а также карьеры кирпичных заводов, известковые карьеры, вносят дополнительный вклад в формирование техногенных земель [5].

Согласно официальным статистическим данным, ежегодно происходит прирост площади нарушенных земель и сокращение доли иных угодий, главным образом сельскохозяйственных (рис. 2). Однако, по оценки управления федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кемеровской области, наибольшее сокращение площадей наблюдается в землях сельскохозяйственного назначения, лесного фонда и землях запаса.

Рекультивация нарушенных земель в Кемеровской области несравнима со скоростью их нарушения. В регионе ежегодно восстанавливают около 0,012 тыс. га, при

таких темпах рекультивации, даже если больше не добывать уголь в разрезах, восстановление земель займет несколько веков [6].

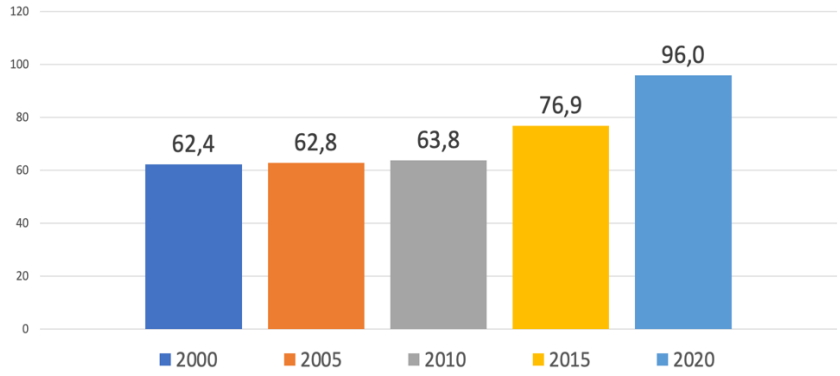


Рисунок 2. Динамика площадей нарушенных земель в Кемеровской области – Кузбассе на конец года (2000 – 2020 гг., тыс. га)

Наиболее эффективным способом восстановления почвенное экологических функций, нарушенных экосистем является рекультивация нарушенных земель. 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.

Выбор рационального направления рекультивации, которое способствовало бы их созданию устойчивых природно-техногенных комплексов, основан на анализе большого количества разнородной и многоуровневой информации. Одной из главных задач в рекультивации нарушенных земель является выбор рационального направления.

Основанные площади плодородных серых лесных почв и черноземов на рассматриваемой территории располагаются в районах Кузнецкой котловины (юго-западные части Беловского, Ленинск-Кузнецкого и Промышленновского районов). Высокая плотность населения позволяет создавать здесь крупные промышленные предприятия, все это создает условия для высокой рентабельности хозяйств и стимулирует интенсивное проведение сельскохозяйственной рекультивации.

Климатические особенности, отсутствие необходимого количества плодородного слоя для покрытия отвалов, отсутствие вблизи агропромышленных предприятий определяют проведение лесохозяйственной рекультивации в горно-таежной природной зоне и на севере угольного бассейна в лесной зоне и частью в лесостепной (северная часть Кемеровского района, центральная часть Новокузнецкого района, юго-западная часть Яшкинского района).

Санитарно-гигиеническое направление рекультивации предусматривает биологическую (или техническую) консервацию нарушенных земель с целью предупреждения их отрицательного воздействия на окружающую среду, в том числе атмосферу, прилегающие земельные угодья, поверхностные и грунтовые воды.

Технология рекультивации основывается на методах сельскохозяйственного и лесохозяйственного направлений, но, в отличие от них, используется в первую очередь

способность травянистых, древесных и кустарниковых растений произрастать на породах с низким плодородием и в других экстремальных условиях.

Экономический, санитарно-гигиенический вред от разрушения земель, лишившихся в результате промышленной деятельности естественной продуктивности и являющихся источником загрязнения окружающей среды, вызывает необходимость проведения в санитарно-гигиенической рекультивации в Прокопьевском и Новокузнецком районах.

Выводы.

Приоритетными направлениями рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности являются: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, санитарно-гигиеническое. В практической деятельности рекультивация в отрасли нарушенных земель проводится преимущественно в санитарно-гигиеническом направлении, которое предъявляет наименьшие требования к качеству рекультивируемых земель и выполняется с минимальными затратами. Также качество рекультивируемых территорий не всегда находится на должном уровне, что создает трудности при последующем их использовании.

Главной экологической трудностью при повышении угледобычи считается смещение в худшую сторону сферы обитания людей, поэтому экологическая безопасность Кемеровской области имеет необходимость в пристальном наблюдении и проведении мер по ее улучшению. Приоритетами формирования области должны быть не только величайшие планы повышения угледобычи, но и, для начала, экологического восстановления повреждённых территорий, поддержание биологического многообразия, а самое главное – сохранение комфортной среды обитания жителей Кузбасса.

Библиография

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». М.: Минприроды России. НПП «Кадастр», 2021. 866 с.
2. Закон Кемеровской области от 26.12.2018 № 122-ОЗ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2035 года». – Кемерово, 2018. – 176 с.
3. ГОСТ 17.5.1.01–83 Межгосударственный стандарт. Охраны природы. Рекультивации земель // Нормативный фонд правовых и технических документов. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200006606 (дата обращения 12.02.2022).
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2020 году, Скуфинский О.А. и др., Москва, 2021.
5. В.А. Андроханов, Эффективность основных технологий рекультивации в Кузбассе, Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2021.

6. Доклад о состоянии окружающей среды в Кемеровской области – Кузбассе в 2019 году. – Кемерово, 2020. – 219 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ecokem.ru/wp-content/uploads/2020/02/doclad_2019.pdf (дата обращения 12.02.2022).

Микробные показатели почв лесопарков Москвы для оценки их экологического состояния

Хатит Р.Ю.* (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, dr.rkhatit@yandex.ru), Сушко С.В. (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский университета дружбы народов; Агрофизический научно-исследовательский институт, rogovaja@mail.ru), Горбачева А.Ю. (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, buyvolova@gmail.ru), Кадулин М.С. (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, tubmaxxl@mail.ru), Сотникова Ю.Л.(Российский университета дружбы народов, analitika.46@mail.ru), Долгих А.В. (Институт географии РАН, an.dolgikh@mail.ru), Иващенко К.В. (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; Российский университета дружбы народов, ivashchenko.kv@gmail.com).

Аннотация

Проведена сравнительная оценка химических и микробных свойств почвы лесопарков Москвы (всего 6) и их естественных аналогов (пригородные леса, всего 4). В каждом лесопарке и лесу выбирали по пять площадок (10×10 м), на которых описывали растительность и отбирали образцы почвы из верхнего 10-см слоя. Содержание общего углерода (C) и азота (N) почвы определяли методом ИК-спектроскопии, содержание углерода ($C_{мик}$), азота ($N_{мик}$) микробной биомассы - методом фумигации-экстракции. Содержание марганца, кальция, фосфора и тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Zn) измеряли с помощью портативного рентгено-флуоресцентного анализатора. Содержание фосфора микробной биомассы ($P_{мик}$) определяли с использованием анионо-обменных мембран Содержание тяжелых металлов и кальция в почве лесопарков оказалось значимо выше такового лесов, превышение составило в среднем 22, 26, 30 и 32% для Ni, Zn, Pb и Cu соответственно, и только 12% - для Ca. Содержание C, N и P в почве лесопарков и фоновых аналогах не различалось значимо, однако $C_{мик}$ оказался почти на 25% выше в лесах по сравнению с лесопарками. Отношения $C_{мик}$:C и $N_{мик}$:N в почве городских лесопарков были в среднем на 27 и 32% значимо меньше таковых фоновых лесов, а $C_{мик}$:$P_{мик}$, - не различались. Таким образом, показатели $C_{мик}$, $C_{мик}$:C и $N_{мик}$:N оказались чувствительными индикаторами для оценки экологического состояния почв, в том числе и в условиях урбанизации.

Ключевые слова: почва, городские лесопарки, микробная биомасса, углерод, азот, фосфор

Источники финансирования: работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-04-00148

Теория

Москва - один из зеленых мегаполисов мира, в котором объекты городской зеленой инфраструктуры занимают почти 49% ее площади и обеспечивают экологические, рекреационные, санитарные и эстетические функции (Vakula et al., 2020). Почва является ключевым фактором функционирования всей городской экосистемы (Levin et al., 2017;

Zhu et al., 2018), в том числе и ее лесопарков. Почвенные микроорганизмы участвуют в разложении поступающего в почву органического материала и высвобождении минеральных элементов питания для растений (Wardle et al., 2004) и, тем самым, обеспечивают ее сбалансированное функционирование. Наше исследование нацелено на сравнительную оценку лесопарков мегаполиса и его сопредельных фоновых территорий для понимания распределения и накопления основных биофильных элементов (C, N, P) в микробной биомассе и в почве.

Москва расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины (56°N/37°E), характеризуется умеренно-континентальным климатом со среднегодовой температурой воздуха 5.0°C и осадками 696 мм. В северном, южном, западном и восточном районах Москвы выбрано 6-ть лесопарков: Битцевский, Лесная опытная дача, Алешкинский лес, Лианозовский Парк, Юго-Западный и Ландшафтный заказник «Тропарёвский», площадь которых составляет 2208, 257, 240, 219, 102 и 16 га соответственно. Фоновые лесные территории были выбраны в 8-40 км на юге и севере от города (Лесной массив близ г. Лыткино, пос. Радиоцентр, Шишкин лес и Клязьминский лесной массив). Критерии выбора лесопарков и фоновых территорий были связаны с: 1) однородностью состава подстилающих пород (моренные суглинки), 2) пологой местностью (уклон ≤5°), 3) схожим видовым составом древесного яруса, 4) зональным типом почвы (дерново-подзолистая) с естественным расположением генетических горизонтов, 5) возрастом древостоя не менее 60 лет. В разных частях лесопарков и лесов определяли по 5 ровных площадок (10×10 м). На каждой площадке описывали растительность и отбирали образцы почвы из верхнего 10-см слоя (метод конверта, смешанный образец). Всего 50 точек исследования, из них – 30 в лесопарках (6×5 площадок) и 20 на фоновых участках (4×5 площадок).

Содержание общего углерода (C) и азота (N) почвы определяли методом ИК-спектроскопии после ее сжигания в токе кислорода (1100˚C; анализатор CHNS-932 LECO Corp., США) Содержание марганца (Mn), кальция (Ca), фосфора (P) и тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Zn) измеряли с помощью портативного рентгено-флуоресцентного анализатора (Olympus Vanta C, США), значение pH - в водной суспензии (почва:вода = 1:2.5) методом потенциометрии (pH-метр «Эксперт-pH», Россия). Содержание углерода ($C_{мик}$), азота ($N_{мик}$) микробной биомассы определяли методом фумигации-экстракции (ISO 14240-2, 1997), который основан на обработке почвы парами хлороформа, вызывающего лизис микробных клеток и высвобождению их C и N (экстрагент 0.05 M K_2SO_4, анализатор Shimadzu TOC-VCPN). Содержание фосфора микробной биомассы ($P_{мик}$) определяли с использованием анионо-обменных мембран (Bünemann et al., 2012). Рассчитывали долю (%) микробной биомассы в общем содержании элементов $C_{мик}$:C, $N_{мик}$:N, $P_{мик}$:P. Результаты выражены как среднее ± стандартное отклонение. Сравнение фитоценотических, химических и микробиологических показателей почвы для лесопарков и лесов выполнено с помощью t-критерия Уэлча в RStudio.

Сомкнутость крон деревьев в лесопарках оказалась значимо выше фоновых аналогов, а проективное покрытие лиственного опада – напротив, ниже (табл. 1). Содержание тяжелых металлов и кальция в почве лесопарков оказалось значимо выше такового лесов, превышение составило в среднем 22, 26, 30 и 32% для Ni, Zn, Pb и Cu соответственно, и только 12% - для Ca. Значение pH в почве лесопарков также оказалось выше такового фоновых лесов.

Содержание C, N и P в почве лесопарков и фоновых аналогах не различалось значимо (табл. 2). Содержание $C_{мик}$ оказалось на 25% выше в лесах по сравнению с лесопарками, при этом величины $N_{мик}$ и $P_{мик}$ значимо не различались. Следует отметить

и высокую пространственную вариабельность содержания биофильных элементов в микробной биомассе почвы (коэффициент вариации составил 36-73%).

Доли $C_{мик}$ в общем C и $N_{мик}$ в N почвы лесопарков были в среднем на 27 и 32% значимо меньше фоновых аналогов, однако для доли $P_{мик}$ в P - различий не выявлено.

Табл. 1. Фитоценотические свойства и химические свойства (содержание марганца, Mn; кальция, Ca; меди, Cu; свинца, Pb; никеля, Ni и цинка, Zn) почвы (0-10 см) лесопарков Москвы и их естественных аналогов. Различие значимо при ***p≤0.01, **0.05, *0.1

Показатель	Единица измерения	Лесопарк	Лес
Фитоценотические			
Полог леса	%	70.5 ± 14.5***	61.8 ± 9.4
Подлесок		17.7 ± 13.0	11.7 ± 12.1
Опад		76.3 ± 15.1**	87.2 ± 15.8
Травяной ярус		43.3 ± 25.5	55.2 ± 27.6
Химические			
pH		*5.2 ± 0.4***	*5.0 ± 0.2*
Mn	мг $кг^{-1}$	991 ± 249	1052 ± 359
Ca		5472 ± 1160***	4839 ± 417
Cu		24.7 ± 6.2***	16.7 ± 2.8
Pb		25.1 ± 8.3***	17.6 ± 2.7
Ni		25.4 ± 6.3***	19.9 ± 2.8
Zn		78.9 ± 20.8***	58.1 ± 6.9

Табл. 2. Общее содержание углерода (C), азота (N) и фосфора (P) в почве, содержание CNP в микробной биомассе ($C_{мик}$, $N_{мик}$, $P_{мик}$), доля элементов микробной биомассы в их общем содержании в почве. Различие значимо при ***p≤0.01, **0.05, *0.1

Показатель	Единица измерения	Лесопарк	Лес
C	%	3.8 ± 0.8	3.6 ± 0.4
N		0.27 ± 0.06	0.25 ± 0.03
P		0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.02
$C_{мик}$	мкг $г^{-1}$	694 ± 249**	930 ± 366
$N_{мик}$		97 ± 71†	135 ± 84

$P_{мик}$		56 ± 35	52 ± 31
$C_{мик}$:C	%	1.85 ± 0.58***	2.54 ± 0.84
$N_{мик}$:N		3.69 ± 2.46**	5.40 ± 3.24
$P_{мик}$:P		8.63 ± 6.47	8.34 ± 6.15[††]

[†]экстремально высокое значение исключено (точка №2, Лесная опытная дача)
[††]экстремально высокое значение исключено (точка №3, Шишкин лес)

Таким образом, углерод микробной биомассы, доля микробного углерода и азота в общем содержании этих элементов в почве оказались чувствительными индикаторами для оценки ее экологического состояния. Снижение этих показателей в почве лесопарков по сравнению с фоновыми аналогами свидетельствует о негативном влиянии урбанизация, в том числе и наличия тяжелых металлов, на закрепление этих элементов в микробной биомассе.

Библиография

1. Bünemann E.K., Oberson A., Liebisch F., Keller F., Annaheim K.E., Huguenin-Elie O., Frossard E. Rapid microbial phosphorus immobilisation dominates gross phosphorus fluxes in a grassland soil with low inorganic phosphorus availability // Soil Biol Biochem. 2012. V. 51. P. 84–95.
2. ISO 14240-2:1997. Soil quality — Determination of soil microbial biomass — Part 2: Fumigation-extraction method. 1997. P. 13.
3. Levin M.J., Kim K.-H.J., Morel J.L., Burghardt W., Charzynski P., Shaw R. K. Soils Within Cities. Global approaches to their sustainable management - composition, properties, and functions of soils of the urban environment / IUSS Working Group SUITMA. Catena-Schweizerbart, Stuttgart. 2017. 253 p.
4. Vakula M.A., Guseva T.V., Tikhonova I.O., Molchanova Ya.P., Schelchkov K. A. Green and Resilient City: Obligatory Requirements and Voluntary Actions in Moscow / Green Technologies and Infrastructure to Enhance Urban Ecosystem Services. Proceedings of the Smart and Sustainable Cities Conference 2018. Springer Nature Switzerland AG 2020. V. Vasenev et al. (Eds.): SMSC 2018, Springer Geography. 2020. P. 249–268.
5. Wardle D.A., Bardgett R.D., Klironomos J.N., Setala H., van der Putten W.H., Wall D.H. Ecological linkages between aboveground and belowground biota // Science. 2004. V. 304. P. 1629-1633. DOI: 10.1126/science.1094875
6. Zhu W., Egitto B., Yesilonis I. D., Pouyat R. Soil carbon and nitrogen cycling and ecosystem service in cities / Urban Soils. 1st Edn., eds B.A. Stewart, R. Lal. Boca Raton, FL: CRC Press. 2018. P. 121–136.

Оценка эффективности организационных мероприятий йодной профилактики в зонах радиационно-опасных объектов

Хлопук О.Л.* (МГРИ, hlopuk-olga@rambler.ru),
Поляков В.М. (МГРИ, texnoles@mail.ru)

Аннотация

На сегодняшний момент известны закономерности накопления йода в щитовидной железе и особенности распространения радиоактивных веществ при аварии на АЭС. Но нет метода оценки эффективности мероприятия – «йодная профилактика» – с учетом динамики процессов изменения радиоактивного загрязнения территорий в зависимости от времени после аварии и расстояния от места выброса, особенностей нахождения и перемещения людей на загрязненной территории. В основу метода оценки эффективности йодной профилактики мы закладываем математическую модель проведения этого мероприятия. В качестве показателя эффективности йодной профилактики в модели нами принят качественный показатель: непревышение допустимого в аварийных ситуациях уровня облучения щитовидной железы. Учитывая при расчетах на модели временные параметры, характеризующие нахождение населения в различных зонах радиоактивного загрязнения, возможности обеспечения стабильным йодом людей, подвергающихся радиационному воздействию, можно выработать организационные мероприятия по обеспечению стабильным йодом защищаемого населения.

Ключевые слова

Йодная профилактика, модель поведения людей, мощность поглощенной щитовидной железой дозы, йодид калия, нестабильный йод.

Мир вступил в пору бурного развития новых технологий, но не все из них являются безопасными. В частности, атомная энергия является весьма перспективным источником энергии, который используется во многих странах. При этом, в случае ошибочных действий персонала, недостаточного опыта эксплуатации АЭС, возможны аварии с освобождением радиоактивных веществ из реакторов и загрязнения окружающей станцию среды. Но люди не могут отказаться от атомной энергии, поэтому для снижения риска аварий стали повышать безопасность используемых технологий. Например, перешли от реакторов типа РБМК-1000, действовавших на Чернобыльской АЭС, к более безопасным водо-водяным энергетическим реакторам ВВЭР-1000. Тем не менее полностью исключить вероятность аварии невозможно, в связи с этим возникает задача разработки мероприятий по защите населения при аварии на АЭС.

Защита населения осуществляется тремя основными методами:

1. Эвакуация – временное перемещение людей с радиационно-загрязненной территории.

2. Укрытие – нахождение населения внутри жилых помещений или специально построенных сооружений с дополнительной защитой от радиации.

3. Йодная профилактика – мероприятие по защите населения от поступления радиоактивного йода и накопления его в щитовидной железе.

Одним из самых важных защитных мероприятий является йодная профилактика, так как она снижает поглощенную дозу радиоактивного йода, который быстрее других радионуклидов накапливается в организме человека, а точнее в щитовидной железе. Профилактическая мера позволяет предотвратить детерминированные эффекты и уменьшает риск возникновения стохастических. Основным средством йодной профилактики является стабильный йод в виде таблеток йодида калия, который попадая в организм человека накапливается в щитовидной железе, тем самым заполняя ее, и подавляет поглощение нестабильного йода щитовидной железой, что позволяет снизить дозу облучения человека.

Эффективность такого мероприятия зависит от времени принятия препарата (таблица 1). Наибольший уровень защитного эффекта можно наблюдать при приеме йодида калия за 6-8 часов до поступления изотопов радиоактивного йода в организм человека. Но даже приняв йодид калия в зоне радиоактивного загрязнения можно получить хорошую степень защиты (рис 1.). Главное, чтобы препараты стабильного йода были получены населением. В связи с этим возникает задача оптимизации проведения мероприятия «обеспечение стабильным йодом населения».

Таблица 1. Влияние фактора времени на эффективность защиты щитовидной железы взрослого человека йодида калием.

Время между приемом йодида калия и поступлением радиоактивного йода, ч.	Степень защиты щитовидной железы, %
-24	70
-8	95
0	97
2	70-80
8	40
24	2

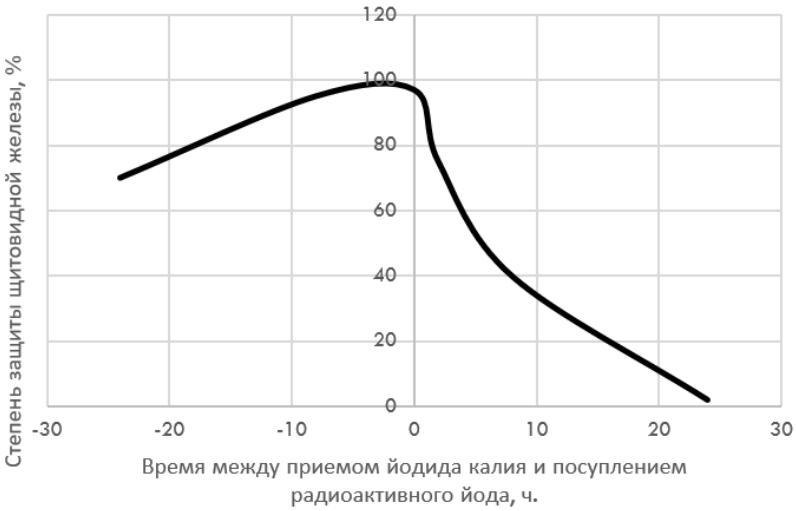


Рисунок 1. *Влияние фактора времени на эффективность защиты щитовидной железы взрослого человека йодида калием.*

Для того чтобы оптимизировать проведение йодной профилактики мы разработали математическую модель, позволяющую рассчитывать изменение мощности поглощенной дозы в зависимости от времени нахождения на загрязненной территории (рис. 2) и расстояния от радиационно-опасного объекта (рис.3), а также учитывающую эффективность принятия таблетки йодида калия в зависимости от времени после начала аварии (рис.1).

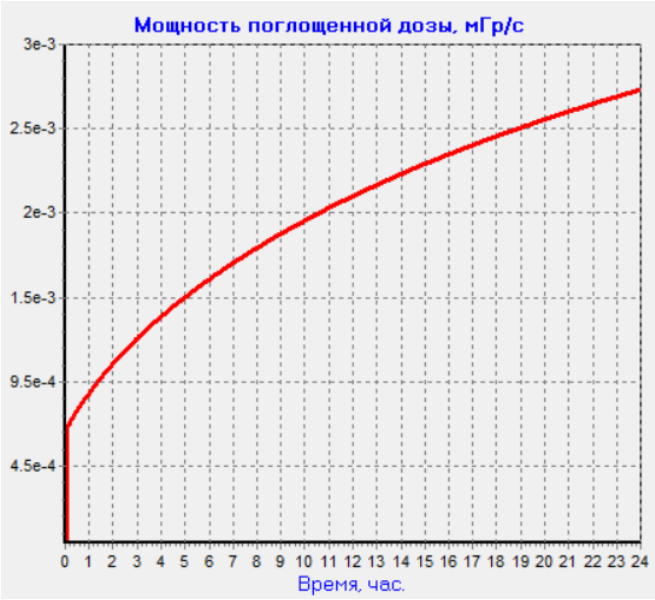


Рисунок 2. *Мощность поглощенной дозы в зависимости от времени на фиксированном расстоянии от источника.*

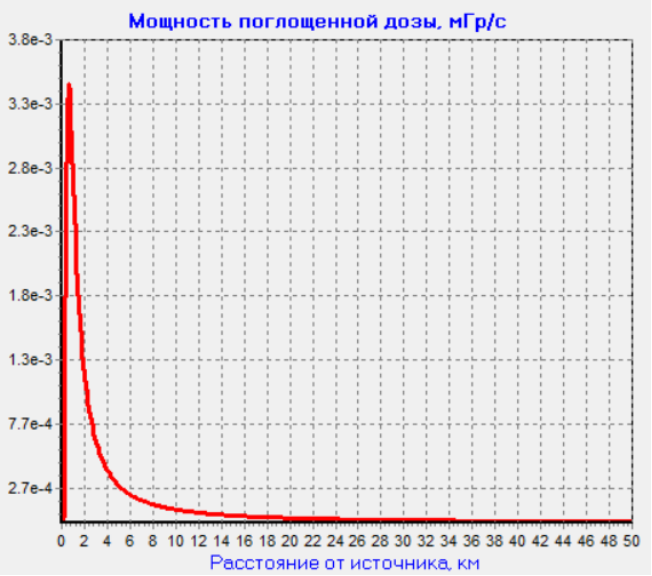


Рисунок 3. *Мощность поглощенной дозы в зависимости от расстояния от АЭС при фиксированном времени с момента начала аварии.*

Для оценки мы взяли за основу реальный объект: атомная электростанция Балаково. В случае удачной разработки модели ее можно будет адаптировать для любых станций. Мы использовали уже посчитанные характеристики выброса радионуклидов для третьей постулированной аварии на АЭС (6 уровень) для типа реактора ВВЭР-1000, который установлен на АЭС Балаково. С помощью программы для расчета радиационного загрязнения мы получили значения поглощенной дозы для человека на различном расстоянии от объекта и при различном времени от начала аварии. Чтобы оценить весь процесс в динамике мы рассмотрели несколько сценариев поведения людей в случае аварии на АЭС:

1. Ночь. Большинство людей будут находиться дома и спать.

- В этом случае может проходить самостоятельная эвакуация на своей машине, так как примерно 51 % населения России имеют хотя бы один автомобиль в семье. Тут учитывается, что на сборы потребуется время и само оповещение об аварии на АЭС произойдет спустя какое-то от начала аварии (примерно через 45 минут).

- Для людей, не имеющих личного транспорта или возможности эвакуироваться самостоятельно проводится организованная государством эвакуация в течении одного дня.

2. День.

- Люди могут находиться дома в бодрствующем состоянии, что позволит им гораздо быстрее получить информацию и собраться.

- Люди могут добираться на работу или находится на рабочем месте, при этом им будет необходимо затратить время на возвращение домой, находясь продолжительное время в радиационно-опасной зоне.

- Люди могут находиться или в личном, или в общественном транспорте, возможно даже вне населенного пункта.

В зависимости от этих вариантов изменяется время нахождения людей в зоне радиационного облучения и варьируется доступность профилактического препарата йодида калия (стабильного йода), который раздается населению различными путями. В связи с этим, увеличивается время поглощения нестабильного йода и снижается эффективность йодной профилактики.

Заключение

Разработанная модель расчета накопленной дозы нестабильного йода с учетом принятия препарата йодида калия, снижающего полученную дозу облучения, поможет увеличить эффективность проведения мероприятия йодной профилактики и разработать оптимальную стратегию выдачи стабильного йода населению.

Библиография

1. Галушкин Б.А., Горбунов С.В., Клочков В.Н., Рубцов В.И., Молоканов А.А. Методический аппарат для разработки типовых сценариев развития запроектных аварий на АЭС с реакторами ВВЭР при планировании и проведении защитных мероприятий для населения // Мед. радиология и радиационная безопасность. 2018. Т. 63. № 6. С. 27–33.

2. Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии: Методические рекомендации-М: Федеральное медико-биологическое агентство. 2010. - 44с.

Геофизические методы изысканий в проектах ликвидации объектов накопленного экологического вреда

Чертес К.Л. (СамГТУ, chertes2007@yandex.ru), Букин А.А. (СамГТУ, alkatras_b@mail.ru), Пыстин В.Н.(СамГТУ, vitaliy.pystin@yandex.ru), Машкова А.И. (СамГТУ, mihailova_96@list.ru),
Сеянко А.П.* (СамГТУ, artem-seyanko@mail.ru), Тупицына О.В. (СамГТУ, olgatupitsyna@yandex.ru)

Аннотация

Для принятия решении по ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС) наряду с традиционными направлениями инженерных изысканий применяют геофизические методы, в данной работе использовались такие методы как электротомография с вызванной поляризацией и электромагнитное индукционное многочастотное профилирование.

Геофизические методы были использованы как на этапе предпроектного принятия решений, так и в ходе разработки проектной документации. По данным изысканий в геосреде под техногенными образованиями ОНВОС с использованием геофизических методов были локализованы зоны пониженного сопротивления, а также зоны повышенной влажности.

Использование геофизики в практике проектирования ликвидации ОНВОС привело к снижению продолжительности инженерных изысканий, а также стоимости ПИР в 1,5 раза по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова

Методы геофизические, ликвидация, накопители отходов, электромография, электромагнитное профилирование

Теория

ОНВОС представляют собой природно-техногенные системы, включающие в себя нарушенную природную геосреду и техногенные образования на основе массивов отходов и сооружений. Ликвидация объектов подразумевает приведение нарушенной геосреды к состоянию, близкому первоначальному. Для выбора направления восстановительных работ необходимо оценить структуру и свойства компонентов нарушенной геосистемы. Для этих целей проводят комплексные инженерные изыскания, с использованием традиционных методов.

Для определения химического состава используются классические методы, для индентификации нарушений, связанных с неблагоприятными геопроцессами (обводнение, оползни и др.) используют геофизические методы.

На основании данных инженерных изысканий выдается информация для принятия решений по ликвидации с максимальным приближением состояния геосреды до ее изначального уровня.

Для восстановления геосреды используются рекультивационные материалы на основе отходов. Перед использованием отходы подвергаются последовательной обработке, в составе фазового структурного перераспределения, стабилизации и упрочнения, которые способствуют приближению их свойств рекультивационного материала на основе природного сырья к своим аналогам.

Объекты накопленного вреда окружающей среде представлены выведенными из эксплуатации или потерявшими собственника накопителями опасных отходов [1]. Для принятия решений по их ликвидации, наряду с традиционными направлениями инженерных изысканий применяют геофизические методы [2].

Геофизические методы позволяют определить локальные водопроявления, выявить пустоты, неоднородные по плотности фрагменты, как в природных, так и в техногенных грунтах для выработки путей ликвидации ОНВОС.

Геофизические методы изысканий были проведены весной-осенью 2020 года в проекте ликвидации крупных ОНВОС Самарской области, представленный нефтесодержащим накопителем (см. рисунок 1). Объект был выведен из эксплуатации примерно за пять лет до момента производства изысканий.

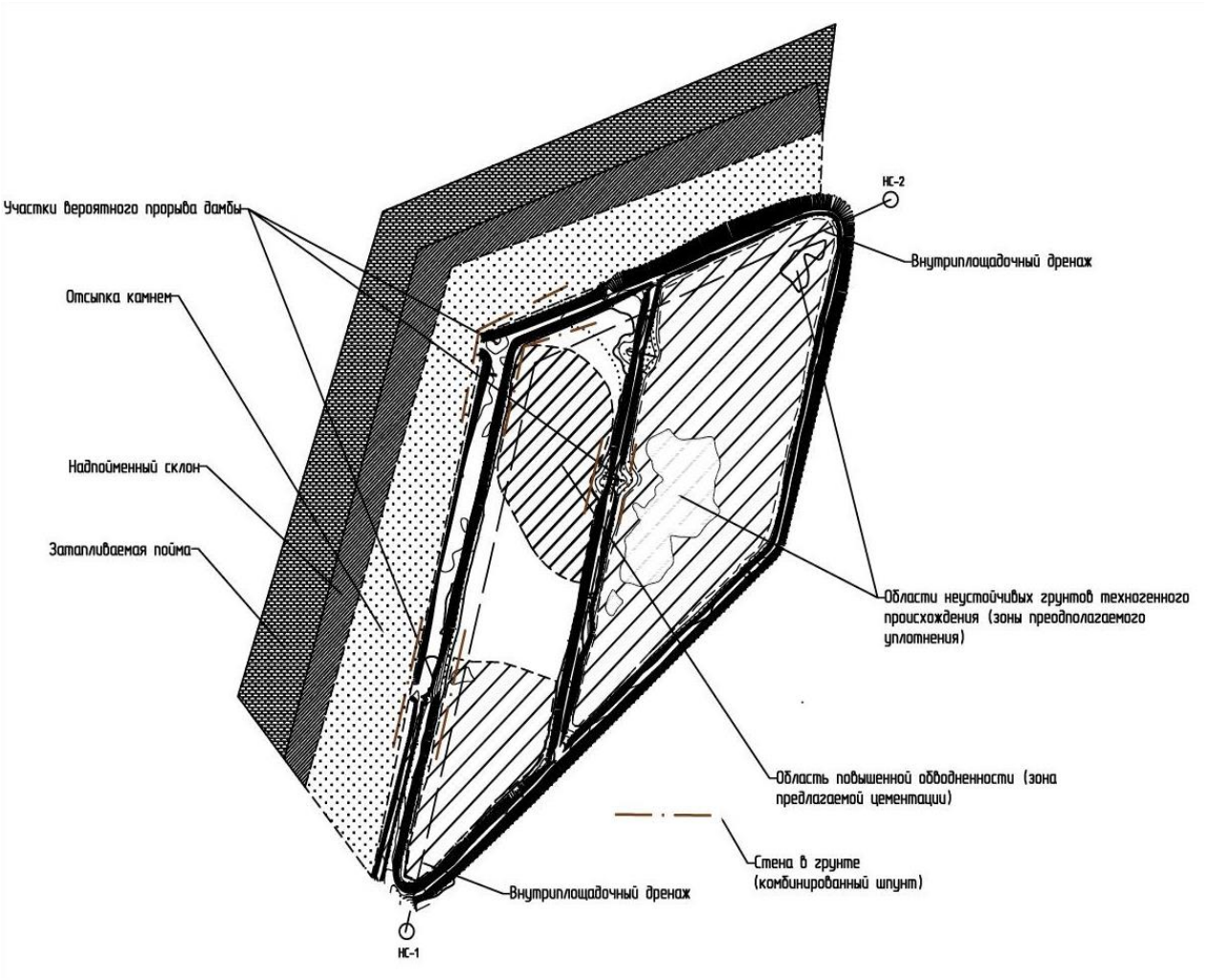


Рисунок 1. *План обследованного накопителя отходов с выделенными элементами ГТС*

Данный накопитель расположен на участках динамически неустойчивого уровня подземных вод, в выемках отработанных карьеров. Дополнительными обременениями для шламонакопителя выступило его примыкание к временному водотоку, наличие просадочных грунтов и карста.

Постепенное расслоение шлама в накопителе привело к дополнительному поступлению в геосреду водоэмульсионного слоя, содержащего, наряду с углеводородами сернистые и фенольные соединения.

Проектами ликвидации объектов было предусмотрено создание комбинированных геотехнических завес и дренажных сооружений. Данные мероприятия продиктовали необходимость определения отметок водопроявлений и загрязнений. Перед проектированием на инженерно-геологическом плане требовалось очертить ореол распространения загрязнений с тем, что бы наметить трассы защитных сооружений. Однако использование для этой цели традиционного метода конвертного бурения с отбором и анализом образцов грунта, производство опытных наливов сдерживалось необходимостью затратных буровых работ по площади в несколько десятков гектаров.

Для принятия решений по отметкам, размерам и конструкциям защитных сооружений параллельно с традиционными изысканиями были использованы геофизические методы, распространенные в практике разведки нефтегазовых месторождений - электротомография с вызванной поляризацией, а также электромагнитное индукционное многочастотное профилирование.

Индукционное профилирование применили для оценки гидрогеологической обстановки территории ликвидируемого накопителя нефтеотходов. Данный метод был вызван особенностями расположения накопителя (карст), характером его обводненности в паводок, а также глубиной проникновения загрязнений – до первого водоупора, расположенного на глубине не более 10 м от дневной поверхности.

Область низкого сопротивления хорошо сочетается с осью прохождения старых коммуникаций отведения фильтрата. Данное обстоятельство послужило основой для принятия решений по демонтажу изношенных трубопроводов, последующей цементации траншей и выбора места, размеров и конструктивных особенностей защитных сооружений.

По данным изысканий в геосреде под техногенными образованиями ОНВОС с использованием геофизических методов были локализованы зоны пониженного сопротивления.

Выводы

Геометоды позволили локализовать участки просадочных грунтов с локальным повышением влажности.

Данное обстоятельство позволило наметить мероприятия и запроектировать конструктивно-строительное оформление сооружений геоинженерной защиты накопителей нефтесодержащих отходов.

Так, в состав сооружений ликвидации ОНВОС были включены композитные стены, выполненные с использованием технологии высоконапорной экструзии и периметральный трубчато-горизонтальный дренаж.

Использование геофизики в практике проектирования ликвидации ОНВОС привело к снижению продолжительности инженерных изысканий, а также стоимости ПИР в 1,5 раза по сравнению с традиционными методами.

Библиография

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 26.07.2019)

2.Свод правил по инженерно-геологическим изысканиям для строительства (Часть VI. "Правила производства геофизических исследований"). Разработан в развитие обязательных положений и требований СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения". Свод правил дополняет серию документов СП 11-105 - "Инженерно-геологические изыскания для строительства"

3. Чертес К.Л., Тупицына О.В., Пыстин В.Н., Шишкин В.Я., Михасек А.А., Петренко Е.Н., Букин А.А., Сергеева А.В., Шерстобитов Д.Н. Геоинженерная защита территорий, нарушенных объектами накопленного экологического вреда // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 4. С. 10-15. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-4-10-15.

4. Шерстобитов Д.Н., Букин А.А., Чертес К.Л. Конструктивные особенности консервации накопителей шламов повышенных классов опасности // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования. Сборник докладов Всероссийской научной конференции. Белгород, 2020. С. 100-102.

5. Осипов В.И. Природные катастрофы: Анализ развития и пути минимизации последствий. Проблемы анализа риска. 2015. Т. 12. С. 84.

6. Осипов В.И. Физико-химическая теория эффективных напряжений в грунтах. Москва, 2012.

Исследования по динамической оценке минеральных ресурсов на основе устойчивого развития

Докладчик Чжан Чи* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 282694629@qq.com), соавтор Заернюк В.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, zvm4651@mail.ru)

Аннотация

Устойчивое развитие — это совершенно новый путь развития, выбранный людьми после глубоких размышлений, когда они сталкиваются с тремя глобальными проблемами народонаселения, ресурсов и окружающей среды. Минеральные ресурсы являются важной материальной основой устойчивого развития человеческого общества и играют жизненно важную роль в экономическом строительстве и социальном развитии. Большое теоретическое и практическое значение имеет проведение исследований по динамической оценке запасов полезных ископаемых, повышение уровня освоения, использования и управления недрами, повышение пропускной способности и гарантированности недр, обеспечение научного и эффективного методы и предложения по реализации стратегии устойчивого развития горнодобывающей отрасли.

На основе теории устойчивого развития в сочетании с анализом текущей ситуации минеральных ресурсов Китая, в этой статье систематически излагается система показателей динамической оценки минеральных ресурсов и метод технической оценки месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова

Минеральный ресурсы, устойчивое развитие, динамическая оценка

Основная идея устойчивого развития заключается в том, что экономическое строительство и социальное развитие человека не может превышать несущую способность природных ресурсов и экологической среды, подчеркивая необходимость сдерживания в развитии и органично сочетая эффективную защиту и рациональное использование ограниченных ресурсов. Развиваясь, мы должны защищать, улучшать и повышать способность комплексного использования природных ресурсов и способность к самоочищению окружающей среды.

Минеральные ресурсы, важная часть природных ресурсов, являются важной материальной основой устойчивого развития человеческого общества. Он играет важнейшую роль в экономическом строительстве и социальном развитии, 94 % энергетических ресурсов, необходимых современному обществу, 80 % промышленного сырья и 70 % материалов сельскохозяйственного производства получают из полезных ископаемых.

Китай богат полезными ископаемыми и является крупным производителем минеральной продукции. Открыт 171 вид полезных ископаемых, выявлено 159 видов полезных ископаемых с ресурсными запасами, в том числе 9 видов энергетических полезных ископаемых, 54 вида металлических полезных ископаемых, 91 вид

неметаллических полезных ископаемых, 3 вида водных и газовых полезных ископаемых. На его долю приходится около 12% всех выявленных минеральных ресурсов в мире, занимая третье место в мире. В стране насчитывается 113 тысяч рудников различного типа, а общая добыча твердых рудников достигла 9 миллиардов тонн. Китай также является крупнейшим в мире потребителем минеральных продуктов из-за его очень большого экономического масштаба и экономического объема, и в последние годы он сохранил тенденцию быстрого развития. Рост потребления минеральных продуктов увеличил разрыв между спросом и предложением из-за нехватки минерального сырья в Китае, а также увеличилась степень внешней зависимости.

Очевидно, что исходя из анализа существующих запасов и ситуации с поставками и маркетингом, минеральные ресурсы Китая столкнутся с серьезными проблемами в поддержке устойчивого развития. Есть два основных способа решения этой проблемы: один заключается в расширении источника за счет разведки, в том числе разведки за рубежом, для увеличения новых полезных ископаемых и запасов. Во-второй – сократить расходы. Повышение эффективности использования минеральных ресурсов за счет технологических и управленческих инноваций. Согласно требованиям устойчивого развития, сокращение расходов должно быть более важным, чем расширение источников доходов. Потому что сокращение расходов можно не только улучшить экономическое освоение и пропускную способность полезных ископаемых, но и уменьшить ущерб окружающей среде, наносимый разработкой и использованием полезных ископаемых. Но в течение долгого времени наша стратегия минеральных ресурсов не отвечала требованиям устойчивого развития, как показано в: (1) придавать большое значение поиску и пренебрегать использованием. (2) С точки зрения повышения эффективности использования полезных ископаемых особое внимание уделяется инновациям в конкретных технологиях добычи, обогащения, плавки и переработки, в то время как инновациям в управлении ресурсами пренебрегают. Из-за этой ресурсной стратегии уровень использования минеральных ресурсов Китая низок, и существует проблема растраты минеральных ресурсов.

Поэтому при разработке и использовании минерально-сырьевых ресурсов следует руководствоваться концепцией устойчивого развития. Путем улучшения методов использования минеральных ресурсов и инноваций в области управления, чтобы повысить уровень разработки и использования минеральных ресурсов, а затем улучшить способность выявленных минеральных ресурсов поддерживать экономическое развитие. Это крупная и реалистичная тема в области разработки, использования и управления минеральными ресурсами.

Технико-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых для динамической оценки запасов полезных ископаемых

Технико-экономическая оценка рудных месторождений основывается на результатах геологического изучения рудных месторождений и комплексно учитывает масштаб, залегание, форму, содержание, план отработки, технические показатели обогащения, плавки и переработки, внешние конструкционные условия рудника. , экономическая и географическая среда, и рыночная цена полезных ископаемых. Себестоимость производства, проценты по кредиту, рыночное предложение и спрос ситуация различных технических и экономических факторов, экономический анализ и техническая демонстрация месторождения. Оценить экономическую ценность и

возможные экономические последствия будущей разработки и использования месторождения.

Технико-экономическую оценку месторождений полезных ископаемых можно разделить на экономическую оценку предприятия и народнохозяйственную оценку. Экономическая оценка предприятия (или финансовая оценка) заключается в оценке экономической ценности будущей разработки и использования месторождений полезных ископаемых с точки зрения предприятий на основе рыночных цен на полезные ископаемые и соответствующей финансовой политики. Цель состоит в том, чтобы максимизировать финансовую выгоду от бизнеса. Расчетные экономические выгоды бывают микро-, краткосрочными и локальными.

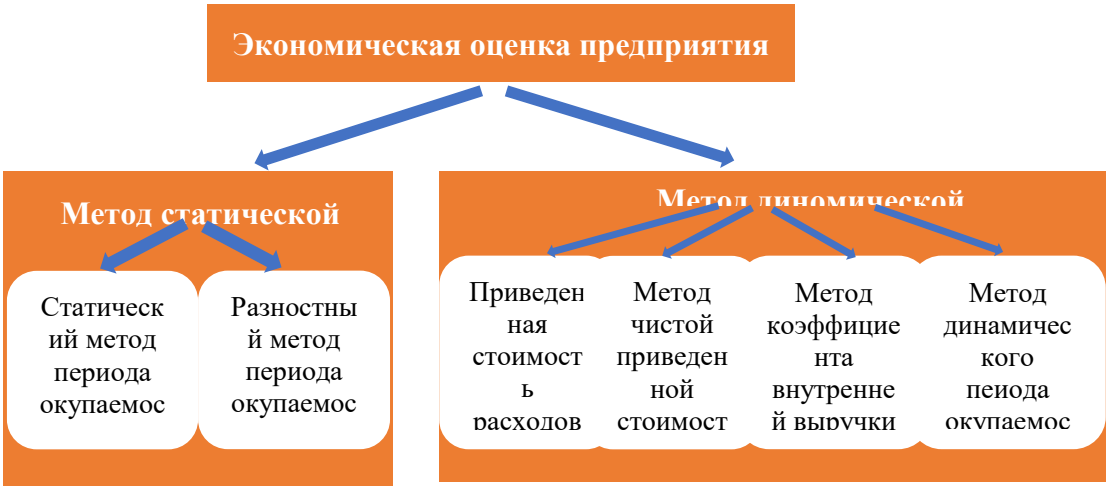


Рисунок 1. *Обычно используемые методы экономической оценки предприятия*

Рисунок 2. Метод национальной экономической оценки и система индексов

Национальная экономическая оценка заключается в измерении фактического вклада разведки и разработки месторождений полезных ископаемых или проектов строительства шахт в достижение стратегических целей национального экономического развития и социального обеспечения с точки зрения национальной экономики в целом. С точки зрения государства и общества анализировать и изучать вклад горнодобывающих проектов в национальную экономику. Проект оценивается и выбирается соответствующим образом. Народнохозяйственная оценка – это анализ национальной рентабельности, уровень оценки выше, это долгосрочная, макроскопическая и общая оценка. Цель состоит в том, чтобы достичь наибольшего национального интереса.

Минеральные ресурсы являются дефицитными невозобновляемыми природными ресурсами. При технико-экономической оценке полезных ископаемых следует придерживаться принципа сочетания полного использования с разумной охраной, а ценные полезные ископаемые не должны растрачиваться впустую, чтобы в одностороннем порядке преследовать максимизацию прибыли горнодобывающих предприятий. В то же время не игнорируйте экономические выгоды горнодобывающих предприятий и слепо подчеркивайте использование ресурсов. Исходя из предпосылки устойчивого развития минеральных ресурсов, мы должны взвесить все за и против и провести всестороннюю и динамичную оценку, чтобы найти оптимальный план разработки и использования минеральных ресурсов.

Выводы

Динамическая оценка минеральных ресурсов является важным способом повышения эффективности использования минеральных ресурсов с точки зрения управления и улучшения способности минеральных ресурсов гарантировать устойчивое развитие. Используйте модель динамической оценки для оценки минеральных ресурсов. В соответствии с изменением рыночной экономической конъюнктуры своевременно корректировать и оптимизировать производственные показатели рудных месторождений, изменять «статическую оценку» в прошлом, сформулированную и неизменную на всю жизнь. Таким образом, это выгодно для охраны и рационального освоения и использования полезных ископаемых, повышения коэффициента использования полезных ископаемых и экономической выгоды горнодобывающих предприятий, а также повышения несущей способности и уровня гарантированности полезных ископаемых.

Библиография

1. Чжан Вэньцзюй. Минеральные ресурсы Китая и устойчивое развитие // Пекин: научное издательство, 2007. - С. 13-160.
2. Чен Вэйцзюнь, Лю Хунтао. Некоторые мысли об устойчивом развитии минеральных ресурсов в моей стране // Комплексное использование полезных ископаемых, 2008. № 2. С.45-49.
3. Чжао Цзэсинь. Обсуждение разработки, использования и устойчивого развития минеральных ресурсов в Китае // Китайское золото, 2016. № 27(5). С.1-4.
4. Ван Сяолинь, Цзи Чаншэн, Жэнь Хайбин. Исследование экономики замкнутого цикла в горнодобывающей промышленности Китая и комплексного

использования минеральных ресурсов // Китайское горное издательство, 2018. № 19(1). С.52-54.

Почвенно-геохимическая оценка ландшафтного заказника “Теплый Стан”

Шайхутдинова А.В.* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, aiga.aigulka@gmail.com)

Аннотация

Почвы могут восприниматься в качестве индикатора состояния природного объекта. Он способен аккумулировать и принимать участие в миграции тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду в результате антропогенной деятельности. Исследования проводились на территории ландшафтного заказника «Теплый Стан» - природного объекта Москвы со статусом особо охраняемой территории. В работе приведены результаты геохимических исследований почв, которые проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии на базе лаборатории МГУ. Полученные результаты основаны на полевых и лабораторных исследованиях 10-ти проб почв изучаемой территории, результатах обработки эмпирических данных методами описательной математической статистики.

Ключевые слова

Ландшафтный заказник «Теплый Стан», тяжелые металлы, почвы, атомно-абсорбционная спектрометрия

Теория

Отбор проб почвы проводился в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях, изложенными в ГОСТ 17.4.3.01-2017, ГОСТ 17.4.4.02-2017, ГОСТ 17.4.4.02-84, а также в "Методических указаниях по проведению полевых и лабораторных исследований при контроле загрязнения окружающей среды металлами" при помощи лопаты, методом "конверта" (четыре точки в углах площадки и одна в центре) в 10 точках (рисунок 1). Микроэлементы из растертой почвы (до 1 мм) извлекались 1М HNO_3 при соотношении почва-кислота 1:10 (ГОСТ Р 50684-94).

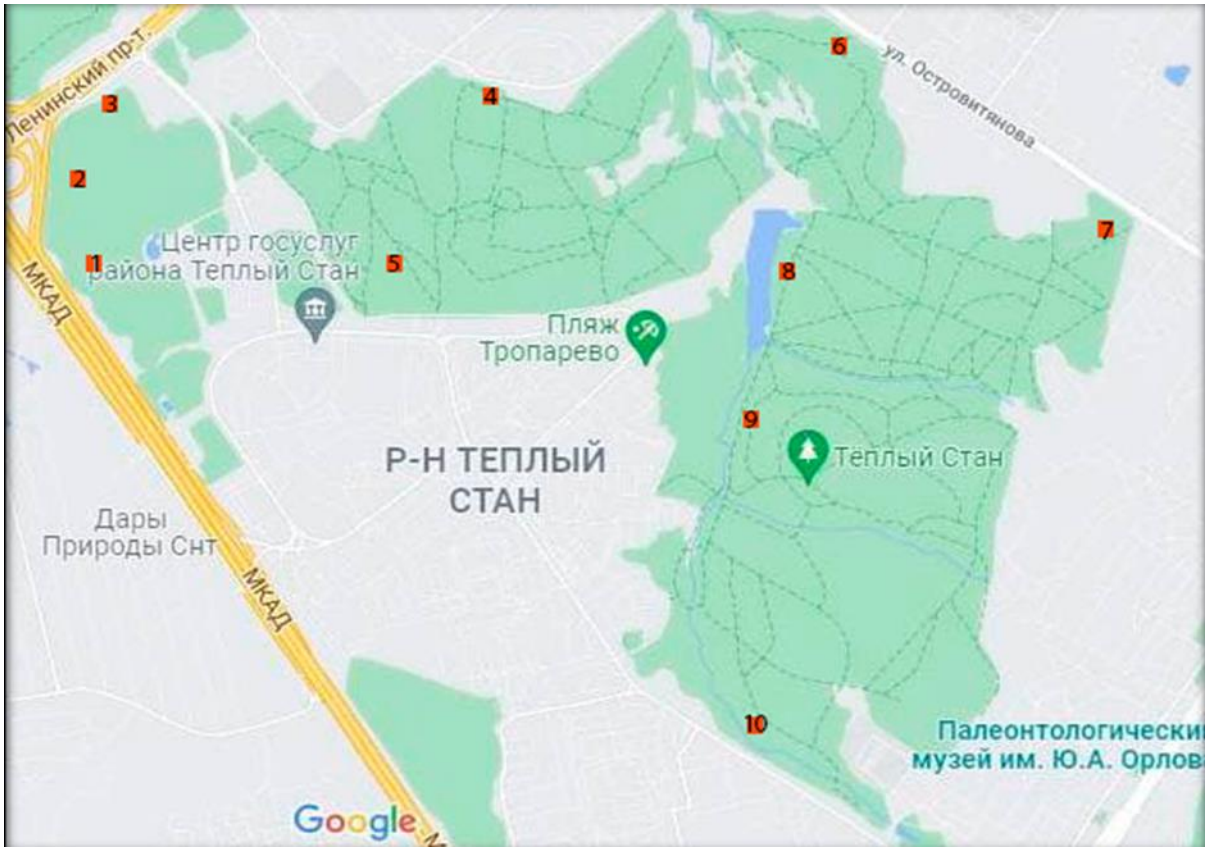


Рисунок 1. Точки отбора почвенных проб в ландшафтном заказнике «Теплый Стан»

Определение тяжелых металлов в почве проводилось методом атомно-абсорбционной спектрометрии. на атомно-абсорбционном спектрометре фирмы «Hitachi» модели 180-80 в пламени ацетилен-воздух.

В работе использовались следующие критерии оценки: ПДК (ОДК), коэффициент концентрации и суммарный показатель загрязнения, кларк концентрации и кларк рассеивания.

На исследованной территории распределение изученных элементов в почвах неоднородно и варьирует в широких пределах: меди - 4,0-24 мг/кг, цинка - 25,0-150 мг/кг, свинца - 5,8-83,0 мг/ кг, кадмия <0,005-0,17 мг/кг, никеля 5,9 34 мг/кг.

Следует отметить, что превышения ПДК по исследуемым элементам не было выявлено ни в одной пробе.

По суммарному показателю загрязнения превышения также не обнаружено.

В почвах ландшафтного заказника «Теплый Стан» ассоциация накапливающихся химических элементов представлена следующим рядом в зависимости от точки отбора проб:

Pb (5,2) [1 т.] > Zn (1,8) [1 т.] > Cd (1,3) [3 т.] = Pb (1,3) [9 т.] > Pb (1,2) [2 и 5 т.]

К числу рассеивающихся элементов относятся все 5 химических элемента в зависимости от точки отбора проб:

Cu (11,8) [8 т.] < Cu (11,2) [4 т.] < Ni (9,4) [10 т.] < Ni (9) [4 т.] < Zn (8,9) [8 т.] < Zn (7,6) [10 т.] < Ni (6,7) [6 т.] = Zn (6,7) [4 т.] < Ni (6,5) [8 т.] < Cu (6,4) [5 т.] < Ni (5,7) [5 т.] = Cu (5,7) [6 и 10 т.] < Zn (4,8) [7 т.] < Cu (4,7) [9 т.] < Cu (4,6) [7 т.] < Ni (4,1) [7 т.] < Zn (3,3) [6 т.] < Zn (3,2) [9 т.] < Cd (2,6) [1,2,4,6,7,9 и 10 т.] < Cu (2,4) [3 т.] = Zn (2,4) [5 т.] <

Pb (2,2) [8 т.] = Cu (2,2) [2 т.] < Ni (2,1) [3 т.] < Cu (2) [1 т.] = Pb (2) [3 т.] < Cd (1,9) [5 т.] = Ni (1,9) [2 т.] = Pb (1,9) [6,7 т.] < Pb (1,8) [4 т.] = Ni (1,8) [9 т.] < Ni (1,7) [1 т.] < Pb (1,5) [10 т.] < Cd (1,3) [8 т.] < Zn (1,2) [2 и 3 т.].

Выводы

Тяжелые металлы в почвах заказника распределены неравномерно. Даже если содержание тяжелых металлов не превышает ПДК (ОДК), сегодняшние геохимические аномалии являются индикаторами загрязнения этими элементами почв теми или иными источниками, и при дальнейшем поступлении их в почвы с большой долей вероятности ПДК будут превышены. Почвы являются интегральным показателем экологического благополучия и одновременно потенциальным источником вторичного загрязнения природной среды.

Библиография

1. "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" — СанПиН 1.2.3685-21
2. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения
3. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб (с Поправками)
4. ГОСТ 17.4.3.06-86 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ
5. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (с Поправками)
6. ГОСТ 17.5.4.02-84 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах
7. ГОСТ Р 50684-94 Почвы. Определение подвижных соединений меди по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО
8. Луценко Е.И., Станис Е.В., Булдович С.Н. Основные черты эколого-геохимического состояния почв Ландшафтного заказника «Теплый Стан» // Вестник РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности, 2015
9. Мазаев А. В. Методика формирования и изучения объектов природных комплексов крупных мегаполисов (на примере природного комплекса Москвы и ландшафтного заказника «Теплый Стан»): диссертация … кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.36 – Москва, 2004
10. Методические указания 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.
11. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства
12. Станис Е.В., Луценко Е.И., Карпухина Е.В. Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах Ландшафтного заказника «Теплый Стан» // Геология, геоэкология, эволюционная география: материалы XIII Международного семинара. – СПб, 2014
13. Химия биогенных элементов: Учеб. Пособие / В.Г. Хухрянский, А.Я. Цыганенко, Н.В. Павленко. — 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Вища шк., 1990

Апробация технологии реагентного капсулирования на примере объекта размещения нефтесодержащих отходов

Шушанян Г.А.* (СамГТУ, gor.shush2001@gmail.com), Ермаков В.В. (СамГТУ, wasiliyermakow@gmail.com), Пыстин В. Н. (СамГТУ, vitaliy.pystin@yandex.ru)

Аннотация

На сегодняшний день проблема утилизации нефтесодержащих отходов не потеряла актуальность, ввиду сложного и непостоянного состава. Согласно различным исследованиям было установлено, что процентное соотношение компонентов нефтешлама, а именно нефтепродуктов, воды и механических примесей находится в широких диапазонах [3, 4]. Так, углеводороды колеблются в пределах 20-90%, воды 10-80%, а механические примеси от 20 до 85%.

Широкие диапазоны вариации обусловлены, главным образом, источником образования нефтешлама. Это может быть, как нефтешлам от зачистки оборудования, так и замазученный грунт вследствие пролива нефти или нефтепродуктов. Подобные условия делают невозможным применение одной технологии для переработки нефтеотходов. В связи с чем возникает потребность в разработке технологии утилизации для каждого конкретного вида отхода.

В работе рассмотрена технология утилизации нефтесодержащих отходов на одном из объектов накопленного экологического вреда Самарской области. Целью является анализ отходов в шламонакопителях и выбор наиболее эффективной технологии утилизации нефтешлама.

Ключевые слова

Нефтешлам, шламонакопитель, реагентное капсулирование, грунт дисперсный модифицированный.

Теория

Объекты накопленного вреда являются накопителями жидких, твердых и пастообразных нефтесодержащих отходов 3-4 классов опасности (Рисунок 1). Объекты введены в эксплуатацию в 1967 г. и в настоящее время не эксплуатируются. Общий объем отходов в соответствии с проведенными изысканиями составляет порядка 70 000м^3.

Известно несколько групп технологий, с помощью которых можно утилизировать и обезвреживать нефтешлам. В их числе механические, термические, физико-химические, химические и биологические методы.

Был проведен анализ применимости данных технологии на объекте. Несмотря на то, что информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям и банк данных о технологиях утилизации и обезвреживания отходов Росприроднадзора [1, 2] в основном предлагают термические методы, в числе которых различные установки пиролиза, газификации, плазменных методов обработки, было

решено сделать выбор в пользу химического метода, а именно метода реагентного капсулирования. Выбор обусловлен следующими критериями:

- Значительная экономическая эффективность от внедрения технологии по сравнению с другими;
- Экологический аспект, отражающий минимальное негативное воздействие на окружающую среду и принципы энерго- и ресурсосбережения;
- Практичность технологии, её удобство для внедрения и использования.

Причиной отказа от термических методов послужило то, что рассматриваемые отходы перестали образовываться и применение технологии необходимо только для утилизации накопленных нефтешламов. Вследствие этого капитальные издержки в виде приобретения дорогостоящих установок для термического обезвреживания нецелесообразны.

Реагентный же метод позволяет нам уйти от приобретения оборудования, которое после завершения цикла обезвреживания отходов утратит свою необходимость, тем самым существенно снизит капитальные издержки. В качестве основной статьи расходов будут выступать реагенты, приобремые непосредственно под накопленные отходы.

Помимо существенного снижения издержек, возникает дополнительный экономический эффект в результате получения из отходов продукта - грунта.

При реализации технологии осуществляется поэтапное преобразование отхода в продукт, на которых происходит взаимодействие с такими реагентами, как: наполнитель – известняк молотый (минеральный порошок) фракция не более 0,12мм; наполнитель - песок строительный; вяжущее - известь молотая, доломитовая II сорт (среднегасящаяся); вяжущее - гидравлическая добавка шлакопортландцемент; электролит - раствор серной кислоты 40%, технологическая добавка – гидрофобная кремнийорганическая жидкость (ГКЖ) 136-157М; вода техническая.

При утилизации отхода образуется готовый продукт – грунт дисперсный модифицированный (Рисунок 2), который можно использовать на этапе технической рекультивации шламонакопителей.

Рисунок 1. *Шламовый амбар и шламонакопители*

Рисунок 2. *Готовый продукт – грунт дисперсный модифицированный*

Выводы

В результате апробации технологии установлено, что получаемый на основе отхода продукт по своим физическим характеристикам соответствует природным грунтам, а экологическим свойствам – требованиям природоохранного законодательства.

Библиография

1. Банк данных технологий утилизации и обезвреживания отходов различных видов
2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС-9 2020)
3. Давлатжон Абдурауфович Тошматов, Мухриддин Садриддинович Савриев, Р.Р.Хайитов ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ НЕФТЕШЛАМОВ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА // Science and Education. 2021. №2.
4. Давыдкина О.И. ТЕХНОЛОГИЯ МЕТОДА РЕАГЕНТНОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ // Вестник магистратуры. 2021. №5-2 (116).
5. Ларионов Кирилл Сергеевич, Меркулов Василий Васильевич, Холкин Евгений Геннадьевич Уточнение рецептуры обезвреживания нефтесодержащих отходов методом реагентного капсулирования // ОНВ. 2015. №2 (144).

Оценка уровня загрязнения поверхностных вод реки Печора и ее притоков

Яковлев Е.Ю.* (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, evgeny.yakovlev@fciarctic.ru),
Дружинина А.С. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, xumuk271@mail.ru),
Дружинин С.В. (Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, druzhininserg@yandex.ru),
Иванченко Н.Л. (Северный Арктический федеральный университет имени М.В. Ломоносова, n.ivanchenko@narfu.ru)

Аннотация

Настоящее исследование направлено на выявление степени загрязнения поверхностных вод реки Печора тяжелыми металлами. Анализ содержания металлов в воде проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии, для дальнейшей оценки загрязнения изучаемых вод производили расчет индексов качества воды и риска для здоровья населения (HMEI, HMPI, HMTI, HI и CR). Выявленный уровень загрязнения металлами вод реки Печеры в дальнейшем позволит определить источники и пути поступления полютантов в реку и ее бассейн.

Ключевые слова

Тяжелые металлы, индексы загрязнения, оценка риска, река Печора

Источники финансирования

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 20-77-10057.

Теория

Интенсивное развитие нефтяных промыслов на востоке северо-западной части России обусловило создание развитой инфраструктуры и резкое увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы, в том числе и на водные ресурсы реки Печора и ее бассейн [1]. Основные источники техногенного воздействия на бассейн Печоры - горнодобывающие производства, особенно добыча нефти и угля, нефтепереработка, сплав древесины, а также аварии на трубопроводе. Один из основных источников поступления металлов - Воркутинский промышленный район. С этой территории в большом количестве поступают металлы Mn, Hg, Pb, Cd [1]. Также зарегистрированы отличающиеся от фоновых концентрации Al, Cu, As, Cr и Sr.

Материалы и методы

В результате экспедиционных работ, проведенных в августе-сентябре 2020 г., произведен отбор 189 проб поверхностных вод р. Печора и ее притоков. Нумерация проб проводилась с юга на север. Отбор проб воды на тяжелые металлы проводили в пробирки объемом 50 мл из полимерного материала с фильтрованием через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм и подкислением до pH менее 2 для консервации. Определение

содержания Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Ba, Pb, V, As, Sr, Mg, Fe в пробах воды выполнялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Измерения выполнялись на атомно-абсорбционном спектрометре ShimadzuAA-7000 с пламенным и электротермическим атомизаторами.

Оценка качества поверхностных вод проводится расчетом индексов загрязнения вод HMEI, HMPI, HMTL и индексов риска для здоровья населения HI и CR. Формулы расчета данных индексов подробно представлены в статье [3].

Результаты

По результатам анализа тяжелых металлов в поверхностных водах можно отметить, что в основном источником загрязнения являются притоки реки Печора, которые содержат Mg (до 16,8 мг/л), Fe (до 2,41 мг/л), Mn (до 798 мкг/л), Sr (до 409 мкг/л), Al (до 237 мкг/л), Zn (до 89,4 мкг/л), Ba (до 35,0 мкг/л), Ni (до 18,2 мкг/л), Cu (до 13,9 мкг/л), Cr (до 5,3 мкг/л), As (до 4,9 мкг/л), V (до 2,1 мкг/л), Co (до 0,77 мкг/л), Pb (до 0,3 мкг/л) и Cd (до 0,046 мкг/л). Поверхностная вода реки Печора содержит концентрации металлов в следующих диапазонах: Mg (1240-5470 мкг/л), Fe (30-700 мкг/л), Mn (1,1-44,4 мкг/л), Sr (48-158 мкг/л), Al (13-18 мкг/л), Zn (0,31-9,05 мкг/л), Ba (4,3-19,1 мкг/л), Ni (3,7-10,2 мкг/л), Cu (0,01-1,05 мкг/л), Cr (1,3-4,7 мкг/л), As (0,09-2,24 мкг/л), V (0,12-0,46 мкг/л), Co (0,08-0,24 мкг/л), Pb (0,007-0,171 мкг/л) и Cd (0,003-0,043 мкг/л). В целом непосредственно для реки Печера можно отметить более высокие концентрации Fe, Cd, Ba, Pb, Sr в устьевой части реки, Al, Mn и Fe в средней части реки и Cr, Cu, Zn, V ближе к дельте.

На рисунке 1 представлены вариации индексов качества воды и риска для здоровья населения для поверхностных вод реки Печера и ее притоков. Индекс HMEI предоставляет информацию об общем качестве воды в отношении содержания тяжелых металлов [4]. Значения индекса HMEI варьируются от 0,7 до 9,0 со средним значением 1,9. В настоящем исследовании на значения данного индекса наибольшее влияние оказывает Fe, Ni, Al, а также Cr, Mn и As. Вода категории «чистая» и «незначительно загрязненная» отмечается в р. Печора и в некоторых ее притоках. Остальные притоки отмечаются категориями от «умеренно загрязненные» до «чрезвычайно загрязненные». Наиболее загрязненными притоками являются р. Лыжа, р. Верхний Двойник, ручей Безымянный и р. Тундровка со значениями индекса HMEI от 8,1 до 9,0.

Индекс загрязнения HMPI отражает совокупное влияние отдельных тяжелых металлов на общее качество воды [2]. Индекс HMPI находится в интервале 2,9–14,7 (средние значение 5,3). Концентрации Ni, а также As и Fe (в меньшей степени) оказывают наибольшее влияние на значения индекса HMPI. Необходимо отметить, что по данному индексу все исследуемые пробы воды находятся ниже критического уровня загрязнения (HMPI<100) и относятся к низкому классу опасности (HMPI<15). Наибольшее значения индекса отмечаются для р. Лыжа и р. Верхний двойник. В целом картина распределения индексов HMEI и HMPI схожи между собой.

Индекс HMTL оценивает содержание тяжелых металлов в воде, которые имеют различный уровень токсичности и влияют на здоровье человека [4]. Значения индекса токсичности металлов HMTI для исследуемых вод находится в интервале от 27 до 679 со средним значением 54. Повышенные концентрации Al, Mn, Ni, Ba оказывают

наибольшее влияние на значения индекса токсичности. Река Печора и большая часть ее притоков имеет «низкую токсичность». Однако определены притоки с «умеренной токсичностью», а также с «высокой токсичностью» и «очень высокой токсичностью» (р. Сосья, за счет высокого содержания Mn).

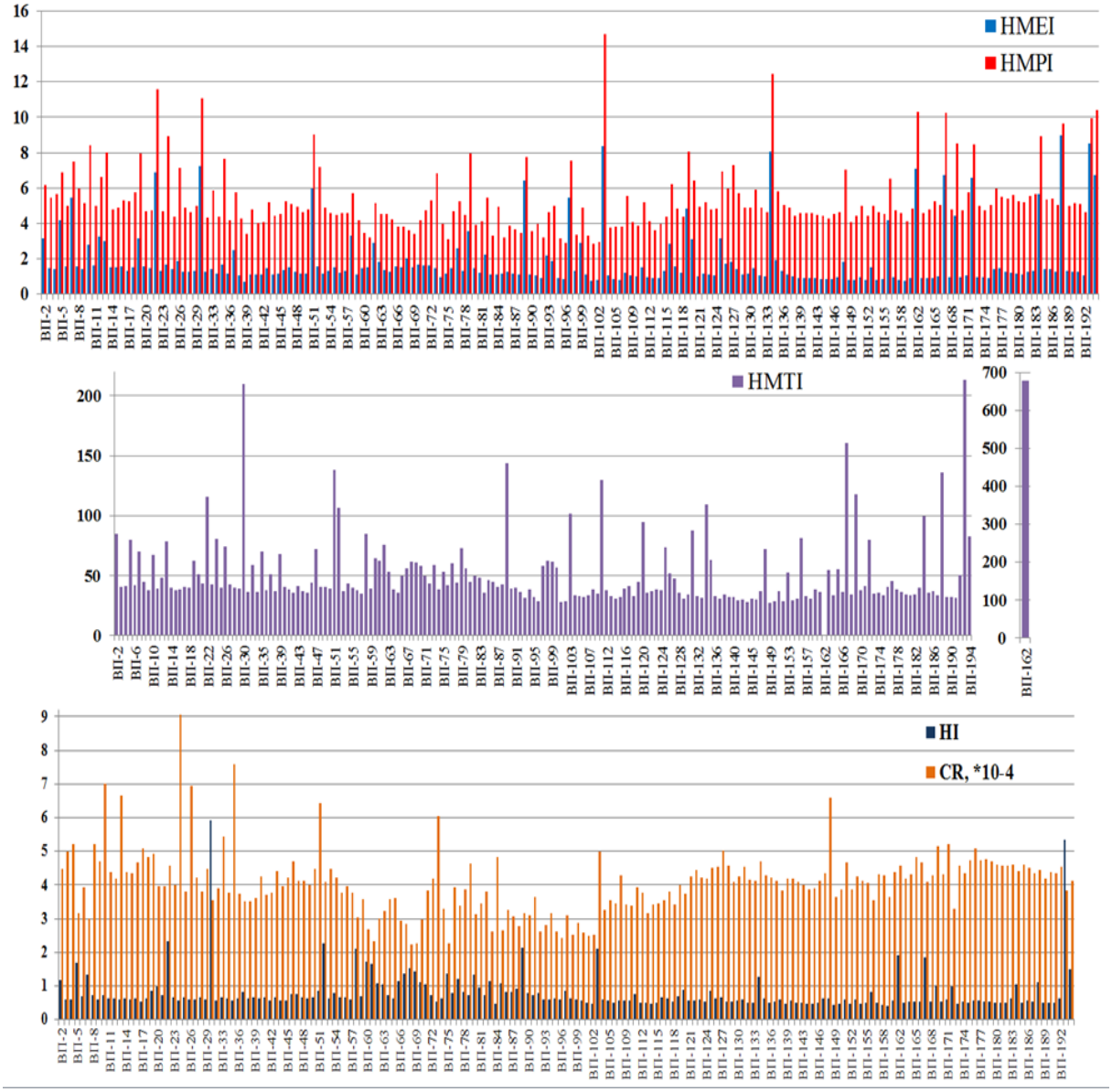


Рисунок 4. *Вариации индексов качества воды и риска для здоровья населения для поверхностных вод реки Печера и ее притоков*

В данной работе определили степень воздействия металлов при попадании речной воды через рот и всасывании через кожу. Вероятность возникновения неканцерогенного риска (индекс HI) варьируется с 0,42 до 5,93 (средние значение 0,81). На вероятность возникновения неканцерогенных эффектов в настоящем исследовании наибольшее влияние оказывает Al, в меньшей степени Co, Ni и Cr. При потреблении внутрь воды из р. Печора и части ее притоков риск возникновения неканцерогенных эффектов минимален (HI<1). Стоит отметить притоки р. Нижний Пидж и р. Тундровка со значениями индекса HI 5,33-5,93, что свидетельствует о высоком неканцерогенном риске

для здоровья при потреблении воды внутрь. Однако при всасывании воды через поры кожи данный риск минимален.

Индекс канцерогенного риска CR варьируется в интервале от $2{,}2 \cdot 10^{-4}$ до $9{,}0 \cdot 10^{-4}$ со средним значением $4{,}1 \cdot 10^{-4}$. Из металлов превалирующее влияние оказывает Ni, в меньше степени - As и Cr. Из полученных данных следует, что при постоянном потреблении внутрь воды из всех исследуемых источников высока вероятность риска возникновения рака в течение жизни (значения $CR > 1.0 \times 10^{-4}$). Стоит отметить притоки Печоры – р. Сев. Мылга и р. Б. Кодач с максимальными значениями индекса $9{,}0 \cdot 10^{-4}$ и $7{,}6 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

Высокие индексы загрязнения реки Печоры и ее притоков можно объяснить тем, что бассейны многих впадающих в Печору рек находятся в районе нефтеразработок. Однако, необходимо отметить, что особенностью Печоры и ее притоков является также наличие в них большого количества загрязняющих веществ природного происхождения - фоновые концентрации соединений железа, меди и цинка превышают уровень ПДК в несколько раз [1].

Выводы

В результате изучения уровня загрязнения вод реки Печора и ее притоков определено, что впадающие в Печору реки вносят основной вклад в загрязнение металлами. Оценка загрязнения реки Печоры с использованием индексов качества воды выявила повышенные уровни загрязнения (HMEI до 9,0, HMPI до 14,7, HMTI до 679, HI до 5,93, CR до $9{,}0 \cdot 10^{-4}$), что свидетельствует о высоких канцерогенных и неканцерогенных рисках и о локальной токсичности поверхностных вод. Наибольшее опасения вызывают повышенные содержания Fe, Ni, Al, Cr, Mn, As, Co и Cr.

Библиография

1. Лукин, А.А., Даувальтер, В.А., Новоселов, А.П. (2000) Экосистема Печоры в современных условиях. Апатиты: изд. Кольского научного центра. 192 с.

2. Qu, L., Huang, H., Xia, F., Liu, Y., Dahlgren, R. A., Zhang, M., et al. (2018). Risk analysis of heavy metal concentration in surface waters across the rural-urban interface of the Wen-Rui Tang River, China. Environmental Pollution, 237, 639–649.

3. Yakovlev, E., Druzhinina, A., Druzhinin, S., Zykov, S., & Ivanchenko, N. (2021). Assessment of physical and chemical properties, health risk of trace metals and quality indices of surface waters of the rivers and lakes of the Kola Peninsula (Murmansk Region, North–West Russia). Environmental Geochemistry and Health.

4. Zakir, H. M., Sharmin, S., Akter, A., & Rahmana, S. (2020). Assessment of health risk of heavy metals and water quality indices for irrigation and drinking suitability of waters: a case study of Jamalpur Sadar area, Bangladesh. Environmental Advances, 2, 100005.

Анализ методов оценки акустического воздействия на окружающую среду на примере района Некрасовка

Янчиюк В.Д.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), victoriabenx@gmail.com), Абрамова Е.А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), abramovaea@mgri.ru)

Аннотация

Данная статья посвящена обследованию территории района Некрасовка в Юго-Восточном административном округе Москвы, с целью оценки акустического воздействия на окружающую среду.

В ходе проведения исследований были выделены участки, на которых проводились натурные измерения эквивалентного и максимального уровня шума в дневное и ночное время. Полученные результаты проанализированы в соответствии с нормативно-технической документацией.

Ключевые слова

Шум, шумовое загрязнение, акустическое воздействие, уровень шума

Теория

Антропогенная среда города выступает как мощный пресс, оказывающий сильное воздействие на людей, растительные и животные сообщества, способствуя проявлению стрессовых факторов, тем самым ухудшая качество их жизнедеятельности. Повышенный уровень шума остается одной из наиболее острых проблем для городских территорий. Основными источниками шумового воздействия на территории города являются автотранспорт, строительная техника, промышленные предприятия и площадки, инженерное оборудование зданий, шумы бытового происхождения на территориях внутри кварталов жилых домов.

Шумом называют совокупность звуков, неблагоприятно действующих на человека и окружающую природную среду. С физиологической точки зрения шумом называют всякие неприятные, нежелательные звуки, оказывающие вредное, раздражающее воздействие на организм человека, мешающие восприятию полезных сигналов, снижающие его работоспособность и вызывающие хронические и острые (травмы) заболевания. Известно, что акустические колебания негативно воздействуют на ОПС, - угнетают рост, развитие и в целом – жизнедеятельность человека, растений и животных. Например, свойство изменения физиологического состояния и функционирования отдельных систем и органов используется для лечения ультразвуком. Продолжительное воздействие шума может привести к развитию в организме постоянных функциональных изменений, получивших название «шумовой болезни», характерным проявлением которой является потеря слуха [1,2].

В данной работе оценка акустического воздействия на селитебной территории проводилась в соответствии с нормативно-технической документацией:

— ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»;

— МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях»;

— СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

В ходе проведения исследований было выделено 5 участков в границе района Некрасовка, на территории которых проводились натурные измерения. Замеры акустического воздействия проводились на каждом участке в трех контрольных точках с помощью прибора ЭКОФИЗИКА-110А. Все выделенные участки расположены в границах определённых микрорайонов (Рисунок 1).

Рисунок 1. *Участки проведения измерений на территории района Некрасовка*

Оценка непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука.

Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам, прописанным в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

В результате измерений, зафиксированы превышения на каждом контрольном участке (Рисунок 2).

№ контрольной точки	Дневное время (7:00-23:00)		Ночное время (23:00-7:00)	
	LАэкв	LАмакс	LАэкв	LАмакс
Участок №1 - 1-й квартал Люберецких Полей				
Т. 1	51	59	48	52
Т. 2	56	62	52	59
Т. 3	58	65	53	61
Участок №2 - 3-й микрорайон Некрасовки				
Т. 1	49	53	44	51
Т. 2	47	53	45	52
Т. 3	54	60	47	58
Участок №3 - 11-й квартал Люберецких Полей				
Т. 1	60	64	52	61
Т. 2	50	54	41	45
Т. 3	58	63	47	53
Участок №4 - 13-й квартал Люберецких Полей				
Т. 1	58	62	51	60
Т. 2	54	60	48	56
Т. 3	52	57	44	49
Участок №5 - 17-й Б квартал Люберецких Полей				
Т. 1	60	71	43	47
Т. 2	59	68	41	44
Т. 3	61	74	46	49
ПДУ	**55**	**70**	**45**	**60**

Рисунок 2. *Результаты проведенных измерений*

• На участке № 1 (1-й квартал Люберецких Полей) в контрольной точке № 1 зафиксировано превышение эквивалентного уровня шума в ночное время;

В точке № 2 зафиксировано превышение эквивалентного уровня звука в дневное и ночное время;

В точке №3 зафиксировано превышение эквивалентного уровня звука в дневное время, а также превышения в ночное время.

• На участке № 2 (3-й микрорайон Некрасовки) было зафиксировано превышение эквивалентного уровня звука в ночное время в контрольной точке № 3;

• На участке № 3 (11-й квартал Люберецких Полей) в точке №1 зафиксированы превышения эквивалентного уровня звука в дневное время и превышения в ночное время;

В точке № 3 зафиксированы превышения эквивалентного уровня звука в дневное и ночное время.

• На участке № 4 (13-й квартал Люберецких Полей) зафиксировано превышение эквивалентного уровня звука в дневное время в точке №1, и в ночное время в точках №№ 1, 2.

• На участке № 5 (17-й Б квартал Люберецких Полей) зафиксированы превышения в каждой точке:

В точке № 1 превышение эквивалентного и максимального уровня звука в дневное время;

В точке № 2 превышение эквивалентного уровня звука в дневное время;

В точке № 3 превышение эквивалентного уровня звука в дневное и ночное время, и максимального уровня звука в дневное время.

Выводы

Оценка шумового режима территории позволяет определить качественные характеристики среды – уровень обеспеченности акустическим комфортом. В случае превышения нормативных значений уровня шума необходимо провести выбор мероприятий по его нормализации. Выбор мероприятий основывается на сравнительной вариантной оценке и включает в себя последовательный комплекс решений по преобразованию территории, планировке и обустройству специальными шумозащитными сооружениями.

Планировку и застройку территорий городских и сельских поселений следует осуществлять с учетом обеспечения допустимых уровней шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории с нормируемыми уровнями шума.

Библиография

1. Межевикин М.А., Опыт применения шумозащитных экранов в России и за рубежом / Межевикин М.А., Рудакова В.В. // сборник научных трудов конференции студенческого научного общества кафедры. Москва, 2021 – С. 24-31.

2. Ширкова Е.С., Шумовое загрязнение окружающей среды / Ширкова Е.С., Губарева Д.А., Тимофеева О.Г. // сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок: в 5 т.. Курск, 2021 - С. 356-359.

3. ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

4. МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Современное полигоностроение России

Ястимова П.С.* (Санкт-Петербургский Горный университет, polina.yastimova@yandex.ru),
Научный руководитель Новикова Е.С., канд. ист. наук, доцент (Санкт-Петербургский Горный университет, lea.novikova2011@yandex.ru)

Аннотация

В 2012 г. на конференции ООН были определены цели устойчивого развития могут быть достигнуты только с учетом экономической, социальной и экологической составляющих. Этот документ положил начало комплексному развитию сферы охраны окружающей среды по всему миру. Одной из приоритетных проблем для всех государств является утилизация коммунальных отходов (ТКО). В современной России порядка 95% таких отходов подвергается захоронению на полигонах. Данный способ утилизации все чаще критикуется гражданами, а новости о строительстве полигонов вызывают протестную реакцию. Данная статья призвана пролить свет на современное полигоностроение в России с целью искоренения мифа о знаке равенства между современными полигонами ТКО и свалками.

Ключевые слова

Полигоны ТКО, утилизация ТКО, мусоросжигательные заводы, «мусорная реформа», Шиес.

Теория

Проблематика утилизации ТКО в России в последнее десятилетие вошла в список ключевых задач государства. Существует четыре ключевых метода утилизации ТКО реализуемые в РФ: захоронение на полигонах, естественное разложение, термическая утилизация и переработка. Последний способ является наиболее популярным и предпочтительным в современных реалиях. Переработка является не только самым экологичным способом, но и имеет экономическое преимущество перед первичной добычей и обработкой материала. Заводы по переработки ТКО успешно функционируют во многих европейских странах, а в Швеции и Финляндии данный метод утилизации коммунальных отходов является доминирующим. В России так же существует ряд заводов по переработке, но пока их количество слишком мало. По состоянию на 2019 год в нашей стране насчитывалось порядка 300 предприятий с учетом мини-заводов. Также в 2019 году было положено начало «Мусорной реформе», которая негативно повлияла на развитие сортировки отходов, так во многих населенных пунктах из-за введение единого регоператора другим компаниям приходилось демонтировать установленные ранее контейнеры для раздельного сбора отходов. К сожалению, медленное развитие мусороперерабатывающей сферы в России объясняется в первую очередь отсутствием работы государства с населением по повышению экологической культуры общества. Несмотря на это, согласно данным ВЦИОМ к концу 2020 года 49% россиян придерживается практики раздельного сбора [1].

Термическая утилизация так же представляет большой интерес, так как мусоросжигательные заводы (МСЗ) позволяют не только избавляться от тонн отходов, но и получать электроэнергию. Однако МЗС целесообразно использовать лишь как

дополнение для утилизации не перерабатываемых остатков, ввиду токсичности образующейся золы и диоксинов. Данные химические соединения не выводятся из организма, оседая в жировых тканях, причем опасным для организма считается даже весьма низкий уровень – 1 куб. см диоксина на 1 куб. га чистого воздуха. Вредные выбросы от МСЗ способствуют увеличению числа больных и аллергиков [2].

Несмотря на стремление государства развивать мусороперерабатывающую сферу и наращивать число МСЗ, наиболее популярным способом утилизации до сих пор остается полигоностроение. Новости о строительстве новых полигонов традиционно встречаются общественностью крайне негативно, во много причиной этому является непонимание общественностью разницы между свалками и полигонами. Свалки – представляют из себя территории, не предназначенные для безопасного хранения отходов. Печален и тот факт, что большинство свалок являются несанкционированными крайне негативно влияя на окружающую среду. В свою очередь полигоны представляют из себя комплексы природоохранительных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания ТКО, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующие распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

К строительству полигонов предъявляются конкретные условия, позволяющие утилизировать отходы без негативных последствий для окружающей среды. Комплексы размещаются за пределами жилой застройки, преимущественно на территориях с глинами или тяжелыми суглинками и грунтовыми водами, расположенными на глубине более 2 м. Санитарно-защитная зона (СЗЗ) составляет 500 м (СНиП 2.07.01-89). На выбранном под полигон участке выполняются топографическая съемка, геологические, гидрогеологические изыскания и санитарные исследования, по результатам которых органы охраны природы и санитарно-эпидемиологического надзора города (района, области, края) выдают заключение о пригодности выбранного участка под устройство полигона ТКО. Большую часть территории комплекса занимает участок складирования ТКО (до 95%), остальная часть территории отведена под устройство подъездной дороги, хозяйственной зоны, инженерных сооружений и коммуникаций. С целью охраны окружающей среды днище котлована покрывается искусственными непроницаемыми экранами: глиняный экран однослойный; глинобитумный экран, обработанный органическими вяжущими веществами или отходами нефтеперерабатывающей промышленности; экран двуслойный из латекса; экран из полиэтиленовой пленки, стабилизированной сажей, двухслойный. Дренажный слой предусматривается для аварийных ситуаций и контроля выхода фильтрата.

После проведения изысканий для полигона разрабатывается специальный проект мониторинга, включающий разделы: контроль состояния подземных и поверхностных водных объектов, атмосферного воздуха, почв и растений, шумового загрязнения в зоне возможного неблагоприятного влияния полигона; система управления технологическими процессами на полигоне, обеспечивающая предотвращение загрязнения подземных и поверхностных водных объектов, атмосферного воздуха, почв и растений, шумового загрязнения выше допустимых пределов в случаях обнаружения загрязняющего влияния полигонов [3].

Несмотря на то, что вывоз на полигон отходов, пригодных к использованию в народном хозяйстве в качестве вторичных ресурсов, а также токсичных, радиоактивных

и биологически опасных отходов запрещен, к сожалению, полностью этого избежать не удается, из-за слабого развития сферы сортировки отходов. Поэтому ряд предприятий стремится к введению автоматической сепарации, с целью выделения отходов, пригодных для вторичной переработки и их продажи перерабатывающим предприятиям. Современные полигоны оборудованы скважинами для сбора биогаза и системой дренажа для сбора фильтрата. Биогаз, или свалочный газ образуется в результате анаэробного разложения микроорганизмами органической фракции ТКО и представляет из себя сложную высококонцентрированную смесь газов, состав которой индивидуален для каждого полигона. После предварительной очистки биогаз может использоваться в качестве источника электроэнергии. Упрощенная схема устройства полигона ТКО представлена на рисунке 1.

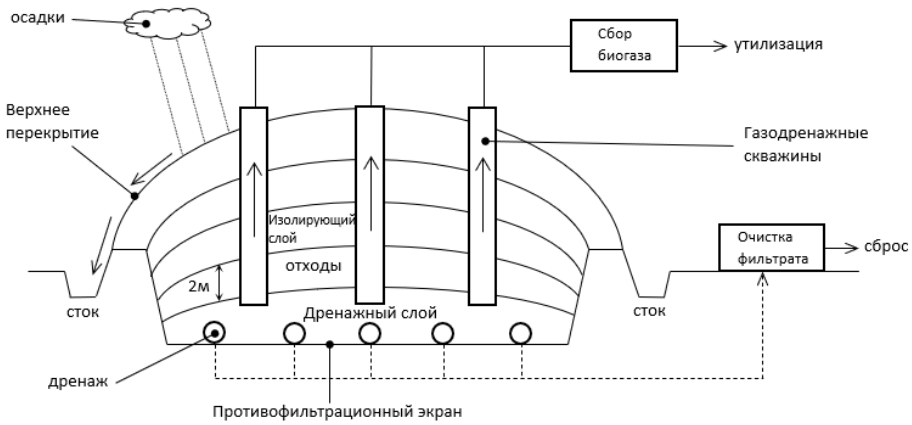


Рисунок 1. *Схема устройства полигона ТКО.*

Как уже было сказано выше, негативная реакция общества на новости касаемо строительства полигонов ТКО связана с незнанием и непониманием устройства и принципов функционирования данных предприятий. На сегодняшний день государство не справляется с просветительской деятельностью в области обращения с отходами, а в инфопространстве практически не освещается многообразие данной сферы. Крохи поступающей информации касаются лишь аспектов сортировки и переработки мусора. Кроме того, созданию негативного образа способствуют скандалы, связанные с незаконным строительством отдельных полигонов. Летом 2018 года в Архангельской области (ж/д станция Шиес) началась подготовка к строительству полигона ТКО для размещения на его территории мусора, образующегося в Москве (1200 км). При этом проект не был ни обнародован, ни согласован на местном и государственном уровнях, при строительстве нарушалось природоохранное и лесное законодательство. На момент начала протестов был вырублен лес (в том числе и на территории государственного лесного фонда), завезено огромное количество оборудования и техники, организована многочисленная охрана, началось строительство площадки и различных объектов. Данная ситуация стала резонансной, а защитники Шиеса нашли поддержку по всей России [4].

К сожалению, население России все чаще обращается к государству с претензиями, касаемо плохого развития переработки отходов в стране, не желая при этом развивать в себе культуру ответственного потребления. Смотря на запад многие люди не учитывают условия и время, за которое эти страны наладили сферу утилизации ТКО. Обществу следует принять тот факт, что успешность развития перерабатывающей отрасли в первую очередь зависит от него. Можно установить раздельные контейнеры в каждом дворе, но в этом не будет смысла, если разделять не начнут дома.

Выводы

Несмотря на развитие технологий переработки и термической утилизации, а также их постепенное внедрение в Российской Федерации размещение ТКО на полигонах продолжает доминировать. Продолжая развитие раздельного сбора и повышения экологической культуры населения, с целью увеличения процента переработки отходов. Государству следует активно освещать строительство новых предприятий, формируя у общественности понимание принципа их функционирования и уменьшая страх неминуемого критического ухудшения окружающей среды с появлением полигонов ТКО. Эти действия позволят успокоить общественность, уменьшив протестность.

Библиография

1. ВЦИОМ // Экологическая повестка: за девять месяцев до выборов в госдуму. Режим доступа: https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10650 Дата обращения: 09.02.2022.

2. Гравдина, П. Г. Влияние развития строительства Мусоросжигательных заводов в России на экологию // E-Scio. 2020 г., Т. 51, №12.

3. Министерство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. //Электронный фонд правовых и

нормативно-технических документов. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200006959?section=text Дата обращения: 11.02.2022.

4. Цепилова, О. Д. и Гольбрайх, В. Б. Экологический активизм: мобилизация ресурсов «Мусорных» протестов в России в 2018-2020 гг. // Журнал социологии и социальной антропологии. 2020 г., №4.

Секция «Строительство систем и сооружений водоснабжения и водоотведения»

Возобновление мелиорации торфяников

Ерхов А.А.* (МГРИ, erhovaa@mgri.ru)

Аннотация

Рассмотрена необходимость разработки торфяных месторождений

Ключевые слова

Удобрение, месторождение, болото, пожар

Теория

Актуальность проблемы определяется необходимостью получения недорогих и ценных по элементному составу гуминовых удобрений и одновременно управления природно-техногенными рисками; в качестве горючего (в том или ином виде) топлива использование торфа оказалось малорентабельным, хотя, в том числе или главным образом, для этих целей торфяники первоначально и разрабатывались (торфяная – отрасль топливной промышленности). Действительно, от добычи торфа в РФ в настоящее время фактически отказались (добыча по разным оценкам упала в 10-20 раз, – в других торфодобывающих странах возросла на 10%) именно в связи с экономическими проблемами, а по запасам торфа страна занимает 1-е место в мире (оспариваемое канадскими специалистами), – 12% территории России заболочено, что замечательно, имея в виду, что она занимает 12% Земной суши, и это подсказывает, сколь приоритетным должна снова стать разработка торфяных месторождений. Развитие торфяной промышленности в СССР по своим масштабам потрясает: в стране работало множество торфяных институтов, интенсивно велась разведка, торфа добывалось так много (ок. 25 млн. т. ежегодно), что его в немалых объёмах экспортировали (рисунок 1). То же, что сейчас добывается, на 40% используется в сельском хозяйстве России: торф – не только органоминеральное удобрение [1-5 и др.] (естественное или полученное компостированием[1]), его используют как подстилку для животных, компонент кормов, если говорить о сельском строительстве – утеплитель, и т.д. Иными словами, из добываемых в настоящее время 1,2-2,5 млн. т. в топках электрических и тепловых станций пропадает 0,7-1,5 млн. т.; некоторые Интернет-источники указывают большие цифры – на этом рынке работают десятки компаний со своими показателями.

[1] Низинный торф богат минеральными солями, верховой – нет, поэтому требует компостирования – оно приводит к разогреву и, тем самым, активации азота; меняются физико-механические свойства.

Рисунок 1. Машины для добычи торфа в СССР.

С 70-х гг. число публикаций по проблемам, связанным с торфом, стало мало-помалу иссякать, – в последние годы торф исследуется главным образом как сорбент, однако торф вклинивается в зелёную тематику, поскольку является, прежде всего, возобновляемым источником энергии[2].

В ходе культурного освоения земель в процессе сельхозпроизводства крестьянин не всегда заинтересован в сохранении и улучшении их, поэтому плодородие по большей части нарушено, почвы не в состоянии давать высокие урожаи, и требуют восстановления. Болота – это нескончаемый источник чернозёма, и его ценность как удобрения естественна, но с помощью самих болот можно и управлять природно-техногенными рисками.

География болот изучается в связи с зональностью грунтовых вод. На сегодняшний день наиболее значимым по экономическим соображениям, и с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций, является исследование состояния торфяников плотно заселенной Русской равнины (40 чел./км², против 6 в Западной Сибири); кстати, и торф здесь разложен более, чем в болотах Западносибирского региона, – они относятся к обширной (от Оки до Печёры) зандровоаллювиальной равнине. Освоение торфяников здесь достаточно характеризуют: топографическая карта Московской обл. – Талдомский, Орехово-Зуевский, Егорьевский, особенно Шатурский р-ны буквально изрезаны каналами и, конечно, пожары всех лет (рисунок 2). Действительно, почему бы торфяникам не гореть, когда они есть пластовые залежи разложенных (или не до конца) остатков растений пористостью n = 96-97% (то есть, обычно хорошо осушаемых – как мелкий песок). Перегной – гумус – по латыни «земля» и немецкое «torf» этимологически в переводе с арабского – тоже; это семантический парадокс: от земли торф отличается несравненно большим содержанием органических соединений[3] (>50% к сухой массе). Однако торфяники в естественных условиях никогда не самовозгораются; самовозгорание возможно для осушенных слоёв или штабелированного в том или ином виде торфа. Торф при высоких положительных температурах битумируется [6 и др.], а битум – это уже сплошная смоляная масса, размягчаемая уже при ~30°C, испаряемая же при 200[4], и поскольку, пожары не происходят без антропогенного участия,

[2] В энергетических запасах РФ торф занимает 2-е место, составляя 29%, против 33% угля.

[3] В состав торфа входят: гуминовые кислоты (перегной), лигнин, битумы, клетчатка, дубильные вещества. Степень разложения зависит как от времени, так и от условий.

[4] Помимо термического способа битумизации существует химический, основанный на обработке растворителями (например, смесью этилового спирта и бензола с выходом 12%).

промышленная деятельность – разработка месторождений – сдерживающий фактор преступлений в этой сфере.

Рисунок 2. Дренажная система торфяников.

Чтоб подготовить торфяник к разработке его предварительно осушают [7-11], но, как сказано, в связи с пожароопасностью только на 15%, то есть, торфяники в разработке это – сложнейшая система регулируемых каналов, направление течения воды в которых определяется задачами осушения или увлажнения. Создание такой системы требует решения множества задач инженерной гидравлики и гидротехники. Исследованию вопроса фильтрации из канала/в канал посвящена обширная литература [12-19 и др.]. Осушают торф естественным фильтрационным оттоком к регулирующим валовым и картовым каналам, то есть при безнапорном установившемся режиме грунтовых вод (рисунок 3).

Рисунок 3. Гидротехническая система обводнения.

При этом профиль каналов определяет тип фильтрации – свободная или подпёртая. При свободном типе испарение со свободной поверхности всегда присутствует вследствие высокой пористости. Чтоб абстрагироваться от рассмотрения столь сложных явлений как гравитация, связывание, капиллярность, влажность, консистенция, для определения скорости фильтрации воды используют введенное в теорию фильтрации А. Дарси заменяющее их в физическом смысле понятие линейной фильтрации, или коэффициент скорости фильтрации (в формуле – пропорциональности), – это правильно, но физический смысл коэффициента – скорость (производная единица СИ). Поэтому

оперировать в расчётах необходимо массой (основной единицей СИ). И тогда задача решается как динамическое воздействие порового давления на отток воды.

Процесс фильтрации идёт в несколько этапов: начальная стадия, когда кольматажа торфа нет, вторая переходная стадия характеризуется сначала нормальным расходом и, наконец, снижение оттока (рисунок 4). Увеличение расхода связано с увеличением засорения, что приводит к увеличению скорости и уменьшению задержки минеральных взвесей.

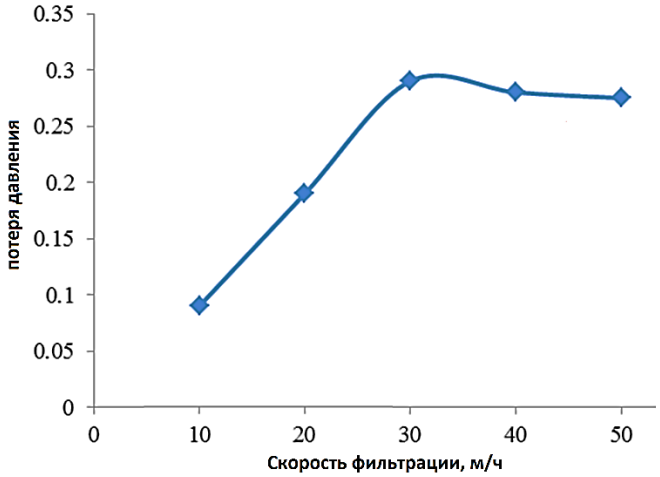


Рисунок 4. *Потеря напора при фильтрации в торфе в зависимости от скорости потока.*

Выводы

Разрушенная в начале 90-х торфяная отрасль требует немедленного восстановления, для этого она должна стать экономически эффективной. Причиной развала стала малоэффективность, поэтому и требуется разработка технических и технологических методов, позволяющих стать отрасли рентабельной в жёстких условиях рынка.

Библиография

1. Вильямс В.Р. Почвоведение. В 2-х тт. М.: Гизсельскохозяйственнойлит., 1949. – 446+539 с.
2. Воробьёв С.А., Буров Д.И., Егоров В.Е., Груздев Г.С. Земледелие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1972. – 512 с.
3. Макаров В.Т. Ремезов Н.П. Почвоведение с основами земледелия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. МГУ, 1966. – 407 с.
4. Пиуновский Б.А. Практикум по мелиоративному земледелию. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.
5. Справочник по освоению и использованию мелиорированных земель. Под ред. А.Г. Балана. – Киев: Урожай, 1986. – 271 с.
6. Итинская Н.И. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1974. – 352 с.
7. Иванов Е.С. Организация и производство гидротехнических работ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 400 с.
8. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 296 с.

9. Кладько С.Н. Гидротехническое строительство (технология работ). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 399 с.
10. Суриков В.В., Гантман В.Б., Павлинов А.Н. Мелиоративные и строительные машины. – М.: Колос, 1993. – 479 с.
11. Установление расстояния между дренами. Под ред. А.И. Иваницкого. – Минск: Ураджай, 1981. – 70 с.
12. Аверьянов С.Ф. Фильтрация из каналов и её влияние на режим грунтовых вод. – М.: Колос, 1982. – 237 с.
13. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. – М.: Госизд. по строит. и архитектуре, 1952. – 259 с.
14. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
15. Нельсон-Скорняков Ф.Б. Фильтрация в однородной среде. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Советская наука, 1977. – 568 с.
16. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1977. – 664 с.
17. Рубинштейн А.Л. Грунтоведение, основания и фундаменты. – М.: Госизд. сельскохоз. литерат., журналов и плакатов, 1961. – 312 с.
18. Тейлор А. Основы механики грунтов. М.: Госстройиздат, 1960. – 598 с.
19. Цытович Н.А. Механика грунтов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1973. – 280 с.

Обеззараживание накопительных резервуаров систем ВиВ

Ерхов А.А.* (МГРИ, erhovaa@mgri.ru)
Королёва Е.А. (МГСУ, korolevaea@mgsu.ru)

Аннотация

Предотвращение заражения воды в резервуарах агентами инфицирования – болезнетворными и условно патогенными микроорганизмами должно носить профилактический характер, для чего следует применять фильтры с системами обеззараживания.

Ключевые слова

Резервуар, вентиляция, фильтр, сорбент, озон

Источники финансирования

Конфликт интересов отсутствует.

Теория

Очистка воздуха востребована в производственных цехах и помещениях, где в ходе технологического процесса происходит выделение вредных газообразных и пылевых частиц, – произведённая продукция далее поступает в магазины, перераспределяется по жилым и общественным зданиям, и окружает людей, продолжая выделять газ в меньшей концентрации, но на протяжении долгого времени, поэтому в установках очистки воздуха применяются современные технологи: сорбционную, озонокаталитическую, термокаталическую, плазмокаталическую, сорбционно-плазмо-каталическую, биологическую, – но в последнее время всё шире стали внедряться и технологии, использующие естественные процессы очистки атмосферного воздуха – озонаторы и ионизаторы, встраиваемые в воздуховоды контура общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

Очистка воздуха от вредных газообразных веществ, пыли и микроорганизмов необходима и для накопительных резервуаров питьевой и технической воды, и должна устанавливаться на вентиляционной трубе, – при этом элементами очистителя являются: 1) сорбент – поглощает вредные газообразные вещества, 2) пылевой фильтр, 3) озонатор – генерирует озон для подавления микрофлоры не только внутри очистителя, но и резервуара, его применение позволяет производить каталитические реакции и на поверхности сорбента, регенерируя его, и тем самым увеличивая сорбционную ёмкость, 4) система автоматического обогрева сорбента.

В нижней части фильтра, под слоем гранулированного сорбента, должен располагаться генератор озона (рисунок 1), работающий в режиме непрерывной подачи озона, что позволяет насыщенному воздуху стерилизовать внутреннее пространство резервуара, его стенки и поверхность вентиляционной трубы, кроме того, идёт постоянное подавление микрофлоры сорбента. Фильтры-поглотители применяют при строительстве новых резервуаров воды, и внедряют как в РФ, так и за рубежом.

Для работы биофильтров необходим влажный воздух температурой 15-40° С, – преимуществами микробиологического метода являются: отсутствие электронных схем

и работа без источника энергии, высокая степень очистки – 90-98 %, работа при взрывоопасных концентрациях газов.

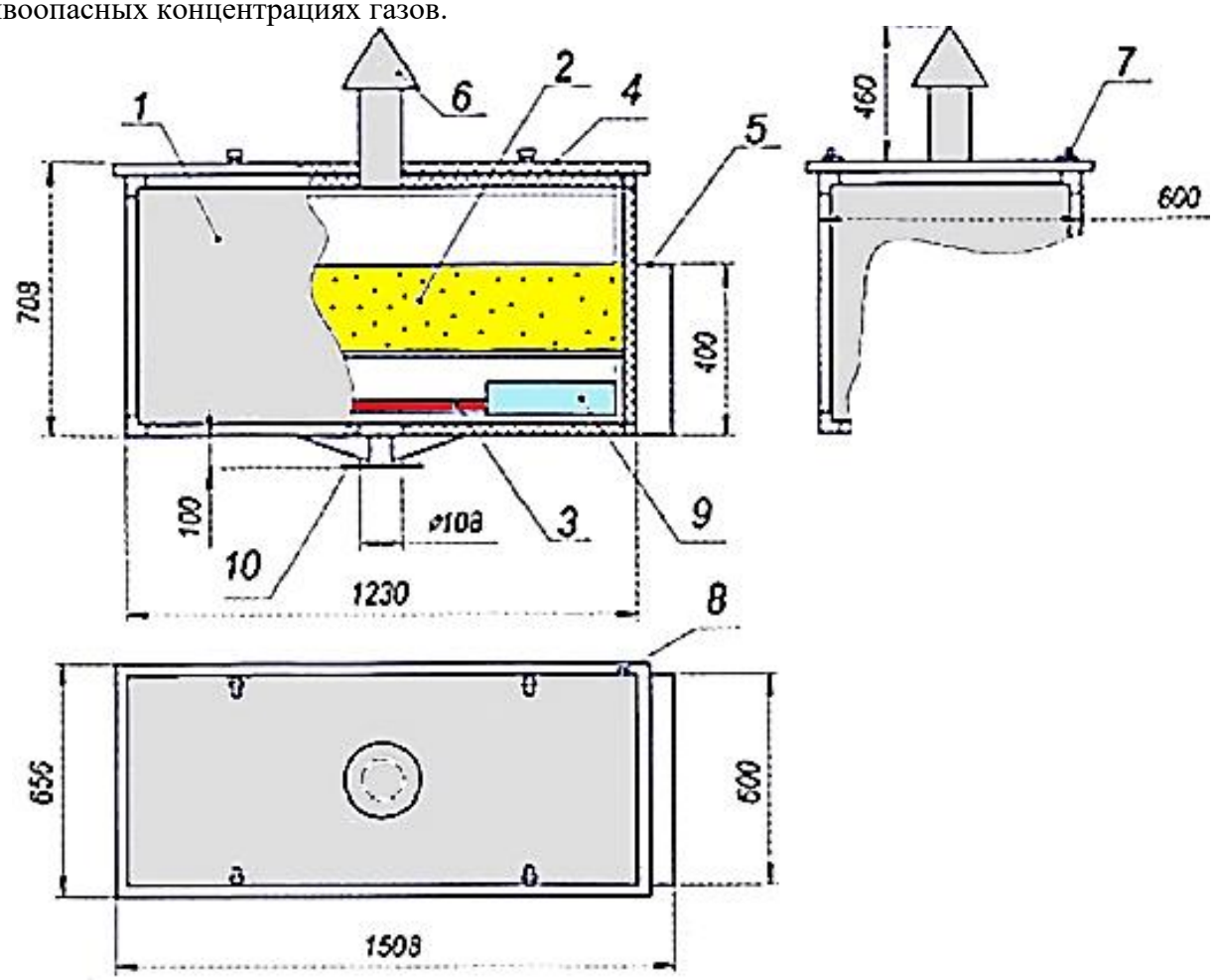


Рисунок 1. Система очистки воздуха водонакопительного резервуара.

1 – корпус фильтра-поглотителя; 2 – сорбент; 3 – тэн; 4 – верхняя крышка; 5 – электрошкаф 0,5 кВт; 6 – рефлектор; 7 – крепёжный элемент; 8 – заземление; 9 – озонатор; 10 – фланец присоединительный

Очиститель паровоздушных смесей (ОПВС) предназначен для очистки воздуха от сероводорода, меркаптанов, аммиака, ароматических углеводородов и др.; технология испытана и применяется для канализационных шахт – устанавливается под крышкой люков шахт, колодцев; прост в эксплуатации, не требует частого технического обслуживания, которое определяется степенью загрязнённости воздуха. Установки работают более 5 лет в шахтах Главного канализационного коллектора Санкт-Петербурга, более 3 лет на объектах Водоканала г. Ростов-на-Дону, Щёлково и Солнечногорске МО на предприятиях по производству животных кормов, в Липецкой обл. на предприятии по производству опарышей. Безкорпусные модификации применяют в силосных ямах, и это сказывается на стоимости.

Биофильтр ОПВС кассетного типа (устанавливают под крышкой люков шахт, колодцев) имеет следующие технические характеристики: производительность 10-1000 $м^3$/час, энергопотребление отсутствует, влажность воздуха 60-100 %, качество очистки 80-95 %, срок службы биомассы 1-3 г., исполнение антикоррозийное. Биофильтр ОПВС

модульного типа (устанавливают рядом с источником выделений вредных выбросов, на открытом воздухе) - технические характеристики: производительность до 10000 м^3/ч, влажность воздуха 60-100 %, качество очистки 90-98 %, срок службы биомассы 1-3 г., исполнение антикоррозийное. Биофильтр может работать в безкислородной среде и при взрывоопасных концентрациях метана, не требует постоянного обслуживания, использование кассет позволяет быстро производить замену биомассы. Для нейтрализации малых локальных источников выбросов можно использовать кассету без корпуса.

Сорбционно-плазмо-каталитическая (СТОПКР) технология основана на образовании озона при высоковольтных разрядах в воздухе и проведении химических реакций на сорбенте-катализаторе, что позволяет одновременно разлагать загрязнители воздуха и улавливать устойчивые вещества (рисунок 2); фильтр удаляет дурнопахнущие газы канализационно-насосных станций, расположенных вблизи жилых домов, – технология прошла испытания, и эффективность очистки от серосодержащих веществ более 98 %.

Рисунок 2. *Очиститель воздуха СТОПКР устанавливается рядом с источником выбросов в отапливаемом помещении, возможно уличное исполнение.*

Технические характеристики:

Производительность по воздуху модуль.....до 50000 м^3/час

- *Влажность воздуха.....до 100 %*
- *Степень очистки.....90-98 %*
- *Энергопотребление.....1-3 Вт×м^3*
- *Исполнение.....антикоррозийное*

Резервуары для хранения воды или сточной жидкости требуют подбора фильтра для вентиляционной системы, поскольку он должен быть надёжным барьером между содержимым резервуара и окружающей средой (рисунок 3), что означает:

- защиту содержимого резервуара от содержащихся в воздухе окружающей среды микроорганизмов, химических и минеральных загрязнителей, ухудшающих качество воды;
- защиту окружающей среды от попадания агрессивных веществ содержимого резервуара;
- поддержание равновесного давления внутри резервуаров.

Рисунок 3. *Вентиляционный фильтр защиты содержимого резервуара.*

Помимо описанных требований фильтр вентиляции должен быть гидрофобным, так как намокший препятствует потоку воздуха в резервуар и из него.

Фильтр должен соответствовать и размеру ёмкости, чтобы избежать повреждения резервуара. Вода заполняет резервуар на регулярной основе, и по мере заполнения воздух вытесняется из ёмкости; когда опорожняются – воздух окружающей среды всасывается обратно, – фильтры должны иметь такие размеры, чтобы поток воздуха беспрепятственно следовал в прямом или обратном направлении, не нарушая равновесия давления сред внутренней/внешней. И в этом размер фильтра должен соответствовать подачи насоса и сбрасываемому расходу. Размер важен и для стерилизации.

Выводы

Фильтр – первичный фильтрующий барьер для снижения концентрации и объёма микроорганизмов, химических веществ и минеральных частиц, входящих/выходящих из резервуара через систему вентиляции. Вне зависимости от количественного и качественного состава система фильтрации должна блокировать клетки, молекулы, частицы, и пропускать только атмосферный воздух. Фильтр должен быть прост и надёжен, работать, практически не нуждаясь в обслуживании.

Существуют фильтры разных размеров, и они должны соответствовать потокам – резервуарам, на которых их монтируют; для больших ёмкостей может потребоваться несколько фильтров, соединённых через общий коллектор, для обеспечения требуемого расхода.

Библиография

1. Микробиологический анализ воздуха в процессе эксплуатации инженерных систем и санация трубопроводов. Яковлевские чтения: сб. докладов XVI Международной научно-техн. конф. – М.: Изд. МИСИ, 2021. – С. 92-113.
2. ООО «Воздухоочистка» [Электронный ресурс]: Очистка воздуха и газоочистка. Промышленные и бытовые очистители воздуха. Озонаторы. Фильтры-поглотители. Санкт-Петербург, 2022. URL : http://www.air-cleaning.ru (дата обращения: 11.02.2022).

3. Гидробиологический контроль на станциях водоподготовки и сточных вод. Сборник «Молодые – наукам о Земле» /Материалы IX Межд.научной конф. Молодых учёных – М.: РГГРУ, 2020. – С. 355-358.

4. Обеззараживание воды на крупных водопроводных станциях. XIII Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле», 5–7 апреля, 2017 г./. – Т. 2. – М.: МГРИ-РГГРУ, 2017. – С. 190-191.

5. Обзор патогенов питьевой воды для обоснования санитарно-гигиенических мероприятий. Сборник «Новые идеи в науках о Земле»: в 7 т./Материалы XIV Межд.научно-практ.конф. – М.: РГГРУ, 2019. Т. 3: Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: гидрогеология и инженерная геология, геоэкология. – С. 466-470.

6. Качество питьевой воды в аспекте кишечных инфекционных микробных патологий и микробиоты в целом. Яковлевские чтения: сб. докладов XIV Международной научно-техн. конф. – М., Изд. МГСУ, 2019. – С. 45-53.

7. СП 30.13330.2020 «СНИП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2020 г. № 920/пр).

Расчёт регулирующих каналов при мелиорации торфяников

Ерхов А.А. (МГРИ, erhovaa@mgri.ru)*

Аннотация

Для наполнения торфяников водой и осушения требуется методика – регулирование требует расчёта дренажных систем. В статье предлагаются эмпирические формулы расчёта движения воды в торфе при осушении или обводнении.

Ключевые слова

Кривая депрессии, динамическая модель, впитывание, боковая приточность, коэффициент фильтрации, вероятность распределения.

Теория

Динамическая модель – уравнение движения воды в порах торфа [1] – имеет вид:

$$n\rho_{\text{в}}\frac{dv_{\text{в}}}{dt} = -n\text{grad}p + n\rho_{\text{в}}g - F_{\text{вз}}, \quad (1)$$

где n – пористость торфа; $v_{\text{в}}$ – скорость поровой воды; $F_{\text{вз}}$ – сила взаимодействия воды с торфом; давление p, согласно модели Био-Френкеля [2] –

$$p = Mn\varepsilon, \quad (2)$$

где M – эмпирический коэффициент Био

$$M = \sum_i \frac{n_i}{\rho_i c_i^2}, \quad (3)$$

c_i – скорость звука в воде, ε – тензор деформации воды –

$$\varepsilon = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33}. \quad (4)$$

Однако практические расчёты показывают, что от опытного значения скорости расчётное отличается порядком. Вместе с тем, развитие этого теоретического подхода без метода инверсии может много дать в развитии методов расчёта разрабатываемых торфяников. Пока же невозможно обойтись без простого гидравлического решения.

Топография болот – низины, но есть болота водораздельного и моренного рельефа. Но нигде невозможен низкий уровень грунтовых вод. При осушении болот нельзя не учитывать того обстоятельства, что вода сначала впитывается в торфяной грунт, и лишь затем в направлении падения кривой депрессии движется к дренажу. Скорость впитывания определяется по формуле А.Н. Костякова [3]

$$v_t = \frac{v_1}{t^\alpha}, \quad (5)$$

где t – данный момент времени, v_1 – скорость в конце первой единицы времени, α = 0,2…0,3 – показатель степени; и впитывающийся слой равен

$$h = h_1 \cdot t^{1-\alpha}. \quad (6)$$

где h_1 – величина слоя в конце первой единицы времени.

Таким образом, скорость впитывания на болотах является величиной эмпирической, и определяется расходом в канале Q, а именно высотой уровня грунтовых вод, степенью осушения и влагоёмкостью (всё в величинах, характеризующих протяжённость). Необходимый для отвода объём воды равен

$$W = Q \cdot t, \quad (7)$$

или

$$W = W_{\text{к}} + W_{\text{г}} + 10(e - p), \quad (8)$$

где $W_{\text{к}}$ – объём за счёт капиллярного поднятия, $W_{\text{к}}$ – объём за счёт подъёма грунтовых вод, e – испарение, p – осадки.

$$W_к = h \cdot \beta_к, \quad (9)$$

где h – глубина грунтовых вод,

$$\beta_к = П - \frac{\delta}{2}, \quad (10)$$

где П – порозность толщи h, $\delta = H/H_0$ (рисунок 1),

$$W_г = h \cdot \frac{\delta}{2}, \quad (11)$$

Глубина впитывающего слоя определяется влажностью в процентах к порозности

$$h_{сл} = 180 \ln f - 787 \text{ (см)}, \quad (12)$$

Расстояние между каналами выбирается по формуле

$$L = \frac{10000 \cdot Q}{q \cdot l}, \quad (13)$$

где q – удельный расход л/с на 1 га, l – ширина осушаемого участка.

Осоковый среднеразложившийся торф имеет наименьшую скорость впитывания, причём эта скорость со временем ещё более снижается:

$$v_t = 1{,}07 t^{-0{,}25} \text{ (мм/ч)}, \quad (14)$$

сфагновый –

$$v_t = 1{,}46 t^{-0{,}15}, \quad (15)$$

осоковый малоразложившийся –

$$v_t = 1{,}59 t^{-0{,}17}. \quad (16)$$

Скорость впитывания пересчитывается на расход впитывания.

Боковая приточность воды в регулирующий канал

Основной формулой, описывающей движение грунтовых вод и, в частности, определяющей боковую приточность является уравнение Буссинеска

$$\frac{\partial h^2}{\partial t} = \frac{kh}{\mu} \frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2}, \quad (17)$$

где h – глубина фильтрационного потока; μ – водоотдача торфа.

Снижение уровня воды в канале (рисунок 1), расположенном на разработке, при осушении игнорировать нельзя в любом случае.

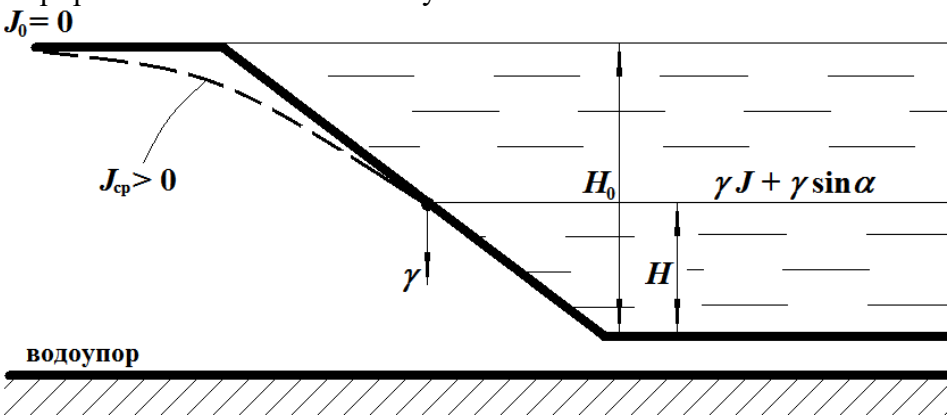


Рисунок 1. *Схема дренажного канала с боковой приточностью.*

Осоковый среднеразложившийся торф в основном даёт небольшую интенсивность снижения горизонта:

$$\delta = 3{,}7 \cdot J_{ср}{}^2 - 0{,}05 \cdot J_{ср} + 0{,}09; \quad (18)$$

сфагновый старый торф более –

$$\delta = 4{,}6 \cdot J_{ср}{}^2 - 0{,}09 \cdot J_{ср} + 0{,}09; \quad (19)$$

сфагновый молодой ещё больше –

$$\delta = 10{,}7 \cdot J_{ср}{}^2 - 0{,}64 \cdot J_{ср} + 0{,}13; \quad (20)$$

и осоковый малоразложившийся –

$$\delta = 18{,}1 \cdot J_{\text{ср}}{}^{2} - J_{\text{ср}} + 0{,}12, \quad (21)$$

где $\delta = H/H_0$ – интенсивность снижения горизонта, $J_{\text{ср}}$ – средний градиент.

Работа отводного канала (вне болота).

В этом случае, при невыклинивании грунтовых вод в боковой стенке канала (рисунок 2) вода поступает через дно. В левой части рисунка случай, когда свободная поверхность между двумя каналами отсутствует, в правой – имеется. Капиллярное поднятие в торфе составляет 1,2-1,5 м, поэтому кривые депрессии выпирают в дно, как показано на рисунке.

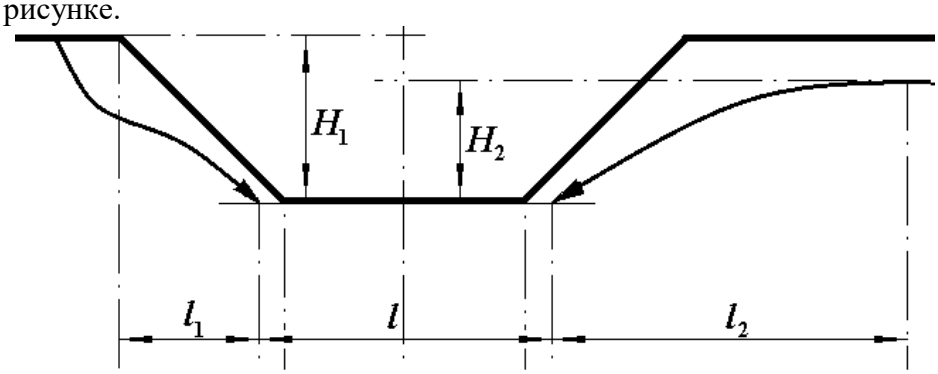


Рисунок 1. *Схема грунтовых вод со свободной поверхностью между двумя каналами в правой части рисунка.*

Эти каналы выполняют задачу уже не регулирования расхода воды, а её отведение.

Приток в канал имеет следующие закономерности: при увеличении поперечных размеров увеличивается расход, действительно:

1. Правая часть рисунка для торфа неактуальна, вследствие его повышенной обводнённости.
2. Для левой полученные эмпирические зависимости будут иметь следующий вид:

а) при $l/H_1 = 0{,}1$

$$Q = kH_1 \cdot 1{,}52(l_1/H_1)^{0{,}2}; \quad (22)$$

б) при $l/H_1 = 0{,}2$

$$Q = kH_1 \cdot 1{,}1(l_1/H_1)^{0{,}24}; \quad (23)$$

в) при $l/H_1 = 0{,}5$

$$Q = kH_1 \cdot 0{,}9(l_1/H_1)^{0{,}24}, \quad (24)$$

где k – коэффициент фильтрации для осокового малоразложившегося торфа равен 0,006-0,002 см/с, среднеразложившегося – 0,0008-0,0002, сфагнового молодого – 0,002-0,0002, старого – 0,002-0,0001 (выбор расчётного коэффициента фильтрации является одним из слабых мест расчетов регулирующей сети осушительных систем).

В.В. Шабанов и др. отмечают, что коэффициент фильтрации – есть случайная величина с вероятностью недоосушения. А это ведёт к необоснованным затратам. Например, для болота «Лесное» автором получена зависимость затрат и недополученного дохода (рисунок 3), то есть именно из-за того, что 25% оказалось недосушенным, потери столь высокими.

Поэтому необходимо знать закон вероятности распределения коэффициента фильтрации для каждого конкретного торфяника, что невозможно без прямых измерений.

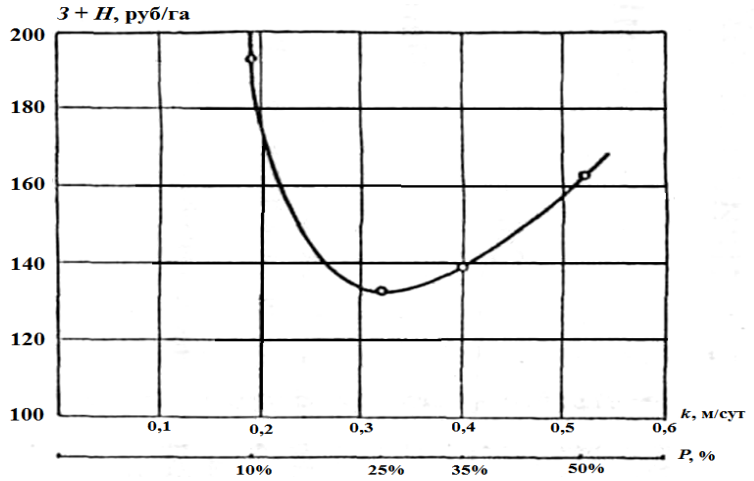


Рисунок 2. *Пример недополученного дохода из-за недоучёта вероятностного распределения коэффициента фильтрации.*

Семейства линий функций тока – ψ = const и эквипотенциальных линий – φ = const (линий равных напоров – h = const) образуют взаимозаменяемые сетки фильтрации и движения, и уравнение Лапласа для p записывают:

$$\Delta p = \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = 0; \quad (25)$$

соответственно записывают уравнения для напора h и потенциала скорости фильтрации φ, разумеется, безвихривого движения.

Из них

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y}\frac{\partial \psi}{\partial y} = 0, \quad (26)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \quad (27)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y}\frac{\partial \psi}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0. \quad (28)$$

Начальные, граничные условия делают процесс расчёта непростым. А острой необходимости в детальном отображении сил и траекторий не существует – торфяник не плотина и не подобное дорогостоящее сооружение, поэтому надо ограничиться простым гидравлическим решением.

Выводы

Все совершенствуемые расчётные методики хороши, если ведут к значимому результату. Наблюдение, как исследовательский метод, наиболее верно отображает процесс осушения.

Библиография

8. Шайтан В.С. Крепление земляных откосов гидротехнических сооружения. – М.: Стройиздат, 1974. – 352 с.

9. Biot M.A. Theory of propagation of elastic waves in fluid – saturated porous solid. I.A.S.A. 1956. V. 28, N 2.

10. Костяков А.Н. Избранные труды: В 2 т. – М.: Сельхозгиз, 1961. – Т. 1. – 807 с.

Комплексные титансодержащие коагулянты в процессах очистки сточных вод горно-обогатительного комплекса

Кузин Е. Н.* к.т.н. доцент каф. промышленной экологии (РХТУ им. Д.И. Менделеева, kuzin.e.n@muctr.ru), соавтор Носова Т.И. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, nti16041998@gmail.com), соавтор Любушкин Т.Г. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, timlub2000@gmail.com)

Аннотация

Вопросам организации оборотного водоснабжения уделяется значительное внимание. В качестве примера водоемких отраслей промышленности можно выделить горно-обогатительную, где чистую воду используют в процессах обогащения и отмывки руды, а также в качестве носителя для реализации процесса гидротранспортировки. Основным загрязняющим веществом в составе подобных сточных вод являются взвешенные вещества, а значит возможно интенсификация процессов очистки с использованием коагулянтов. В рамках работы проведена оценка эффективности комплексных титансодержащих реагентов в процессах очистки сточных вод процесса гидротранспорта. Установлено, что комплексные титансодержащие реагенты по своей эффективности значительно превосходят традиционный сульфат алюминия, при этом скорость седиментации осадков возрастает в среднем на 10-20 %, что позволит существенно сократить габариты отстойников.

Ключевые слова

комплексный титансодержащий коагулянт, гидротранспорт

Теория

Вопросам очистки сточных вод уделяется все больше внимание. Одним из наиболее крупных потребителей пресной воды является горнодобывающая отрасль. Пресная вода расходуется на теплотехнические нужны процессов, для обеспечения эффективной газоочистки, в процессах скважинной гидродобычи, а также в качестве носителя в системах гидротранспортировки.

Все указанные процессы приводят к образованию огромного количества сточных вод, при этом в подавляющем большинстве случаев основным загрязняющим веществом служат взвешенные вещества. Традиционно для очистки сточных вод и организации простейшего цикла водооборота применяют седиментацию в специальных прудах-отстойниках. К сожалению, эффективность подобного процесса относительно низкая, а время нахождения воды в очистных сооружениях может варьироваться от 8 до 72 часов, что значительно увеличивает габариты сооружений.

Для интенсификации процессов очистки могут быть использованы коагулянты – соли алюминия или железа. Несмотря на высокую эффективность и доступность, данные реагенты имеют ряд недостатков: соли алюминия работают в узком диапазоне pH и малоэффективны в холодной воде (менее 10 – 12 °C), а

соединения железа высокоабразивный и коррозионно-активный реагент и может привести к преждевременному выходу из строя насосного оборудования [1, 2].

В последнее время встречается информация о перспективности применения бинарных [1, 2] или комплексных коагулянтов [3]. В качестве альтернативного варианта коагулянтов могут быть использованы титансодержащие реагенты [4-5].

Основной целью данной работы является оценка возможности использования комплексных титансодержащих коагулянтов в процессах очистки сточных вод горно-обогатительного предприятия.

Комплексный титансодержащий коагулянт получали по ранее разработанной технологии синтеза с использованием процессов химической дегидратации [6].

Содержание основных компонентов в составе коагулянта ~ 95 % сульфата алюминия и 5 % масс. титанилсульфат. Образец сточной воды отобран из пруда-отстойника pH 8,2, содержание взвешенных веществ быстрооседающих (более 10 мкм) – 7289 мг/л, медленнооседающих (менее 5 мкм) – 212,4 мг/л. В качества образцов сравнения использовали оксихлорид и сульфат алюминия.

Содержание взвешенных веществ определяли гравиметрическим методом и при помощи портативного турбидиметра-мутномера HANNA 98703 (HACH USA).

Перед проведением экспериментов воду отстаивали в течение 5 минут для отделения быстрооседающей (крупной) взвеси. Пробную коагуляцию проводили на лаораторном флокуляторе VELP Scientifica JLT 4 F. Время быстрого смешения реагентов с водой - 2 минуты, хлопьеобразование - 8 минут, время седиментации осадка - 30 мин.

Данные по эффективности удаления медленно оседающих взвешенных веществ с размером менее 5 мкм (остаточные концентрации) образцами различных коагулянтов представлены на графике рис. 1

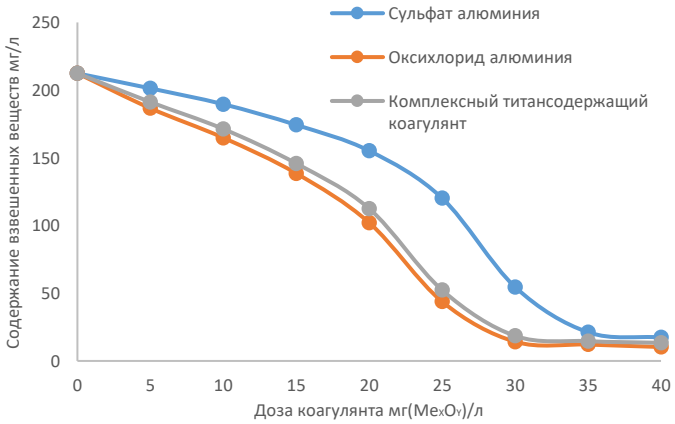


Рисунок 1. *Изменение концентрации взвешенных веществ от типа и дозы применяемого коагулянта*

Из представленных на графике данных видно, что по своей эффективности комплексный титансодержащий коагулянт значительно превосходит сульфат алюминия, и практически не уступает наиболее современному оксихлориду алюминия. Необходимо отметить, что модификации сульфата алюминия соединениями титана позволила не только повысить эффективность очистки, но и снизить эффективную дозу реагента почти на 15 %.

Положительное влияние добавки соединений титана на сульфат алюминия можно объяснить в первую очередь процессами зародышеобразования (нейтрализация положительно заряженных гидрооксокомплексов алюминия отрицательно заряженными комплексами титана), а также явлениями поликонденсации соединений титана.

В рамках визуальных наблюдений отмечено, что осадок, образующийся при использовании титансодержащих реагентов, обладает более объемной структурой, быстрее оседает на дно и легче отдает влагу (фильтруется). Увеличение скорости седиментации согласно данным экспериментов (фотометрия растворов по времени до стабилизации оптической плотности) составило в среднем 10 % по сравнению с оксихлоридом и до 20 % с сульфатом алюминия.

Выводы

В рамках проделанной работы доказана высокая перспективность применения комплексных титансодержащих коагулянтов для очисти сточных воды процессов гидротранспортировки минеральных компонентов.

Установлено, что применение комплексных титансодержащих коагулянтов (сульфат алюминия, модифицированный добавкой титанилсульфата) позволяет существенно повысить эффективность очистки. Комплексный реагент по своей эффективности практически не уступал наиболее современному и эффективному реагенту – оксихлориду алюминия, при этом расчетная себестоимость комплексного титансодержащего коагулянтов в среднем в 2 – 2,5 раза ниже стоимости оксихлорида алюминия.

Добавка соединений титана позволяет не только повысить эффективность очистки, но и значительно интенсифицировать процессы седиментации осадка, что позволит сократить время нахождение воды в прудах-отстойниках, а, следовательно, и габариты очистных сооружений.

Библиография

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков ; АН СССР, Ин-т физ. химии. - Москва: Наука, 1977. - 355 с.

2. Гетманцев С. В., Нечаев И. А., Гандурина Л. В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М.: Издательство АСВ, 2008. 271 с.

3. Кузин Е.Н., Кручинина Н. Е. Получение отвержденных форм алюмокремниевого коагулянта и их использование в процессах водоочистки и водоподготовки // Цветные металлы. Москва. - 2016. - №10. - С. 8-13.

4. Izmailova N.L., Lorentson A.V., Chernoberezhskii Y.N., Composite coagulant based on titanyl sulfate and aluminum sulfate. Russ. J. Appl. Chem. 2015. V. 88. pp.

458–462.

5. Chernoberezhskii Y.M., Mineev D.Y., Dyagileva A.B., Lorentsson A.V., Belova Y.V., Recovery of kraft lignin from aqueous solutions with oxotitanium sulfate, aluminum sulfate, and their mixture, Russ. J. Appl. Chem. 2002. V. 75. pp. 1096–1699.

6. Кузин Е. Н. Фадеев А. Б. Получение комплексного титансодержащего коагулянта методом химической дегидратации // Сб. материалов II научно-технической конференции. «Материалы с заданными свойствами на переходе к новому технологическому укладу: химические технологии»: – Москва: НИЦ «Курчатовский институт» ИРЕА, 2020. С. 179-180

Оценка экономичности работы насосной станции

Сапрыкин Р. А.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», г. Москва, Россия, roman-saprykin@mail.ru)

Аннотация

Системы водоснабжения и канализации предприятий минерально-сырьевого комплекса предназначены для обеспечения производства технической водой, систем пожаротушения, вахтовых поселков питьевой водой, а также для водоотведения сточных вод и последующей их очистки.

В настоящее время сформированы задачи служб эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения, заключающиеся в бесперебойном снабжении населения, промышленности и сельского хозяйства водой, экономии водных ресурсов, отведении и очистке сточных вод, предотвращении загрязнения водных источников и почвы стоками и твердыми отходами, а также повышения эффективности, надежности работы систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации; улучшения организации управления и эксплуатации этих систем.

Ключевые слова

Обеспечение бесперебойной и надежной работы всех сетей и сооружений при высоких технико-экономических и качественных показателях с учетом требований к сточным водам и рационального использования водных ресурсов, экономия материальных и энергетических ресурсов, своевременный ввод в эксплуатацию новых и реконструированных сетей и сооружений.

Теория

Насосные станции систем водоснабжения и водоотведения предназначены для повышения напора с целью подачи воды потребителям, в том числе на высокие отметки, и транспортирования ее при невозможности самотечного движения. Устройство, оборудование и режим работы насосных станций определяется их значением, местоположением в схемах водоснабжения и водоотведения.

Водопроводные насосные станции (ВНС) подразделяются на станции I и II подъема и повысительные. Насосная станция I подъема (НС I) забирает воду из источника водоснабжения и подает ее на очистные сооружения. Насосная станция второго подъема (НС II) подает воду из резервуара чистой воды в распределительную сеть. Когда давления в сети недостаточно для надежной и бесперебойной подачи воды, ставятся повысительные насосные станции (подкачки, НСП).

Канализационные насосные станции (КНС) делятся на местные, районные и главные. Они имеют приемный резервуар для приема стоков. Местные и районные КНС перекачивают бытовые, производственные или иные стоки к месту их очистки. Главная канализационная насосная станция (ГКНС) подает воду непосредственно на очистные сооружения.

Техническая эксплуатация насосных станций должна обеспечивать:

- бесперебойную подачу воды в соответствии с графиком подачи;

- экономное расходование электроэнергии, материальных ресурсов, повышение эксплуатационной надежности оборудования, обеспечивающего бесперебойную работу насосной станции с экономичными параметрами;

- соблюдение условий безопасной работы обслуживающего персонала.

Себестоимость перекачиваемой воды является важным экономическим показателем эксплуатации насосной станции. При анализе каждой составляющей себестоимости можно четко выявить нерациональные затраты и предусмотреть меры по их снижению или устранению.

Себестоимость складывается из стоимости затраченной электроэнергии, плату за установленную мощность оборудования, затрат на амортизацию, заработную плату персонала, ремонт и др.

Себестоимость перекачиваемой жидкости находится по формуле:

$$C_B = \frac{\sum \mathrm{C}}{W},$$

где: $\sum \mathrm{C}$ – суммарные годовые эксплуатационные расходы, руб.; W – объем жидкости, перекачиваемый станцией за год.

Наиболее полно экономичность работы насосной станции показывает отношение фактически израсходованной электроэнергии A к полезной работе $A_{\text{плз}}$, совершенной насосами за то же время.

$$a = \frac{A}{A_{\text{плз}}} = \frac{1}{\eta_{\text{нс}}},$$

где $\eta_{\text{нс}}$ – среднеарифметическое значение КПД за определенное время (обычно за год).

Оценка эффективности и экономичности работы насосной станции определяется по следующим показателям:

- подаче воды потребителям (в час, сутки, месяц, квартал, год);

- расходу электроэнергии, топлива, воздуха на станции в целом;

- расходу электроэнергии, топлива, воздуха на собственные нужды;

- расходу воды на собственные нужды;

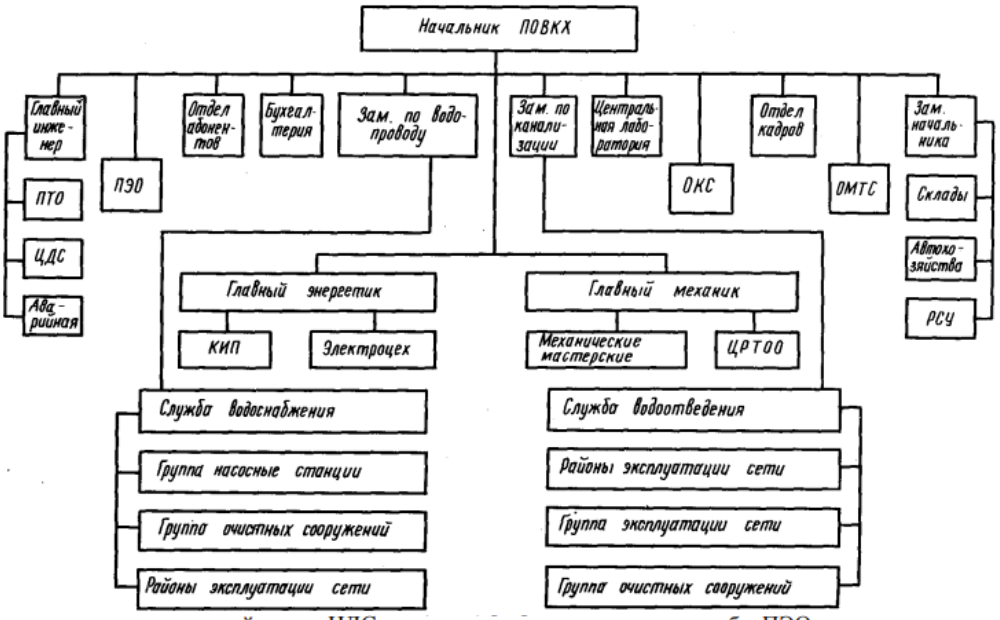
- количеству часов работы и простоя машин и оборудования, коэффициенту их полезного действия (КПД).

- потерям напора во внутристанционных водопроводах.

Степень разработанности проблемы. Исследования отечественных технических специалистов и ученых, таких как: Ф.В. Кармазинов, Г.И. Воловник, С.В. Костюченко, М.А. Сафронов, К.Ю. Завершинский, легли в основу методологии оценки экономичности работы насосной станции.

Главные выводы в их работах – создание эффективно действующей системы управления работы как насосных станций, так и водопроводно-канализационного хозяйства в целом.

Пример организационной структуры производственного объединения водопроводно-канализационного хозяйства представлена на рисунке 1.



ПТО – производственно-технический отдел; ЦДС – центральная диспетчерская служба; ПЭО – планово-экономический отдел; КИП – контрольно-измерительные приборы; ОКС – отдел капитального строительства; ОМТС – отдел материально-технического снабжения; РСУ – ремонтно-строительное управление; ЦРТОО – цех по ремонту и техническому обслуживанию оборудования

Рисунок 1. Примерная организационная структура производственного объединения водопроводно-канализационного хозяйства

Выводы

Водоснабжение и канализация являются крупнейшими отраслями жилищно-коммунального хозяйства страны. На их долю приходится значительная часть основных фондов, и от того, на каком уровне названные системы будут эксплуатироваться, зависит

решение не только экономических, но и социальных вопросов, непосредственно связанных с благосостоянием населения.

Показателями качества эксплуатации насосных станций являются надежность, экономичность, экологичность и безопасность жизнедеятельности персонала.

Главный путь повышения экономичности эксплуатации и снижения удельных энергозатрат заключается в повышении КПД основных насосов. Также, экономически целесообразна реновация (замена) устаревших насосов с невысоким КПД.

Библиография

1. Кармазинов Ф.В. Учет и контроль расходов и качества питьевой воды и сточных вод – основа экономики предприятия / Ф.В. Кармазинов, С.Г. Гумен // Водоснабжение и сан. техника. – 2001. - №1. С. 4 – 7.

2. Воловник Г.И. Техническая эксплуатация коммунальных систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие. В 2 ч. Ч.1. / Г.И. Воловник, Л.Д. Терехов, Е.В. Сошников, В.И. Стеблевский // Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 194 с.

3. Костюченко С.В. Опыт эксплуатации УФ-оборудования на Люберецких очистных сооружениях Москвы [Текст] / С.В. Костюченко [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – №5.

4. Сафронов М.А. Эксплуатация систем и сооружений водоснабжения и водо-отведения: курс лекций / М.А. Сафронов – Пенза: ПГУАС, 2015 – 128 с.

5. Завершинский К.Ю. Повышение энергетической эффективности работы насосных агрегатов / К.Ю. Завершинский, С.П. Захаров. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 45 (179). — С. 45-50. — URL: https://moluch.ru/archive/179/46445/

References

1. Karmazinov F.V. Uchet i kontrol' raskhodov i kachestva pit'evoj vody i stochnyh vod – osnova ekonomiki predpriyatiya / F.V. Karmazinov, S.G. Gumen // Vodosnabzhenie i san. tekhnika. – 2001. - №1. S. 4 – 7.

2. Volovnik G.I. Tekhnicheskaya ekspluataciya kommunal'nyh sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya : ucheb. posobie. V 2 ch. CH.1. / G.I. Volovnik, L.D. Terekhov, E.V. Soshnikov, V.I. Steblevskij // Habarovsk : Izd-vo DVGUPS, 2008. – 194 s.

3. Kostyuchenko S.V. Opyt ekspluatacii UF-oborudovaniya na Lyubereckih ochistnyh sooruzheniyah Moskvy [Tekst] / S.V. Kostyuchenko [i dr.] // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2012. – №5.

4. Safronov M.A. Ekspluataciya sistem i sooruzhenij vodosnabzheniya i vodo-otvedeniya: kurs lekcij / M.A. Safronov – Penza: PGUAS, 2015 – 128 s.

5. Zavershinskij K.YU. Povyshenie energeticheskoj effektivnosti raboty nasosnyh agregatov / K.YU. Zavershinskij, S.P. Zaharov. — Tekst : neposredstvennyj

// Molodoj uchenyj. — 2017. — № 45 (179). — S. 45-50. — URL: https://moluch.ru/archive/179/46445/