

6. Васильев Н. П. Применение методов оптимизации в управлении строительными компаниями / Н.П. Васильев // Управление проектами и программами. – 2018. – № 6. – С. 58–64.
7. Морозова О. А. Формирование эффективной организационной структуры строительных компаний на основе системного подхода / О. А. Морозова // Вестник строительной науки. – 2016. – № 2. – С. 25–31.
8. Жуков В. И. Оптимизация управления строительством на основе анализа организационной структуры / В.И. Жуков // Строительная техника и технологии. – 2017. – № 4. – С. 112–119.
9. Степанов Г. М. Моделирование организационной структуры строительной компании для повышения эффективности ее деятельности / Г. М. Степанов // Управление строительными организациями. – 2019. – № 3 (25). – С. 78–84.
10. Козлова Т. С. Развитие строительных компаний через оптимизацию организационной структуры / Т. С. Козлова // Экономика и управление в строительстве. – 2018. – № 1. – С. 45–52.
11. Никитин Д. В. Анализ факторов, влияющих на эффективность организационной структуры строительных компаний / Д. В. Никитин // Экономика и управление в строительстве. – 2017. – № 4. – С. 112–118.
12. Павлова Е.И. Управление изменениями в организационной структуре строительных компаний / Е.И. Павлова // Менеджмент в строительстве. – 2016. – № 2. – С. 58–65.
13. Зайцев А. Г. Инновационные подходы к оптимизации организационной структуры строительных компаний / А. Г. Зайцев // Инновации в строительстве и недвижимости. – 2018. – № 3. – С. 74–81.
14. Григорьев С. Д. Применение методов оптимизации для улучшения функционирования строительных компаний / С.Д. Григорьев // Менеджмент в строительстве и жилищной сфере. – 2019. – № 1. – С. 42–49.
15. Медведева О. В. Оптимизация организационной структуры как фактор повышения конкурентоспособности строительных компаний / О. В. Медведева // Экономика и управление в строительстве. – 2017. – № 1. – С. 28–35.

© Сират Джавед, А. А. Руденко

Ссылка для цитирования:

Сират Джавед, Руденко А. А. Оптимизация организационной структуры как механизм повышения эффективности функционирования строительных компаний // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 2 (48). С. 49–53.

УДК 622.1:622.271
DOI 10.52684/2312-3702-2024-48-2-53-57

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПЛОЩАДОК
АСТРАХАНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

А. А. Мухин, А. Э. Харламова, И. В. Лукичева

Мухин Андрей Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерных систем и экологии, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (906) 459-90-61; e-mail: and-mu@mail.ru;

Харламова Анна Эдуардовна, старший преподаватель кафедры пожарной безопасности и водопользования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (917) 095-00-72; e-mail: annaharlamova.713@gmail.com;

Лукичева Ирина Вячеславовна, главный технолог-эколог, Муниципальное унитарное предприятие г. Астрахани «Астрводоканал», г. Астрахань, тел.: + 7 (961) 799-54-96; e-mail: lukicheva@astrvodokanal.ru

В данной статье проведен анализ современного экологического состояния техногенных площадок предприятий энергетической отрасли, в том числе прудов – испарителей ранее действующей Астраханской государственной районной электростанции по результатам комплексного мониторинга почв золоотвала на солевое состояние грунтов. Оценка экологического состояния прилегающих территорий и выявление негативных последствий обусловлено расположением сектора жилой застройки в непосредственной близости к техногенной зоне промышленного объекта. Анализ техногенных площадок включал в себя полевой период из выбора точек наблюдений на местности и лабораторные химико-аналитические исследования с использованием средств измерений, входящих в Государственный реестр средств измерений, унифицированных методик, прошедших аттестацию в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к качеству почв. Необходима дальнейшая разработка мероприятий и рекомендаций по снижению химических и биологических загрязнений согласно аналитическим данным современных условий эксплуатации техногенного объекта с целью оценки состояния рекультивированных участков территории и подтверждения стабильности ее состояния.

Ключевые слова: золоотвал, экологический мониторинг, экосистема, пруд-испаритель.

**ANALYSIS OF THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE MAN-MADE SITES
OF THE ASTRAKHAN STATE DISTRICT POWER PLANT**

A. A. Mukhin, A. E. Kharlamova, I. V. Lukicheva

Mukhin Andrey Aleksandrovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Systems and Ecology, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (906) 459-90-61; e-mail: and-mu@mail.ru;

Kharlamova Anna Eduardovna, Senior Lecturer of the Department of Fire Safety and Water Use, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 095-00-72; e-mail: usynina1987@gmail.com;

Lukicheva Irina Vyacheslavovna, Chief Environmental Technologist, Municipal Unitary Enterprise of Astrakhan "Astrovodokanal", Astrakhan city, phone: + 7 (961) 799-54-96; e-mail: lukicheva@astrvodokanal.ru

This article analyzes the current ecological state of man-made sites of energy industry enterprises, including evaporation ponds of the previously operating Astrakhan State District Power Plant based on the results of comprehensive monitoring of ash dump soils for the saline state of soils. The assessment of the environmental condition of the adjacent territories and the identification of negative consequences is due to the location of the residential development sector in close proximity to the technogenic zone of an industrial facility. The analysis of technogenic sites included a field period from the selection of observation points on the ground and laboratory chemical and analytical studies using measuring instruments included in the State Register of Measuring Instruments, unified methods that have been certified in accordance with sanitary and epidemiological requirements for soil quality. It is necessary to further develop measures and recommendations to reduce chemical and biological pollution according to the analytical data of modern operating conditions of a man-made facility in order to assess the condition of reclaimed areas of the territory and confirm the stability of its condition.

Keywords: ash dump, environmental monitoring, ecosystem, evaporation pond.

Объектом исследования является техногенные ландшафты (золошлакоотвалы), предметом исследования – экологическое состояние почв (грунтов) золоотвала.

Цель исследования – произвести анализ современного экологического состояния грунтов территории ранее действующих золошлакоотвалов Астраханской государственной районной электростанции (далее – АГРЭС). Для достижения цели были поставлены следующие задачи: провести комплексный мониторинг почв техногенных площадок данной электростанции; предложить рекомендации для улучшения экологической обстановки золоотвала и прилегающей территории.

В 1989 году в связи с переходом АГРЭС на газообразное топливо и введением в эксплуатацию парогазовая установка ПГУ-110 возникла необходимость в реконструкции существующих золошлакоотвалов в пруды-испарители (рис. 1).



Рис. 1. Расположение прудов-испарителей на карте местности [1]

Актуальность исследования обусловлена необходимостью защиты прилегающих территорий жилой застройки и выявления негативных последствий [2, 3], учитывая негативное последствие сбросов воды от парогенераторных установок на техногенные площадки за период их эксплуатации.

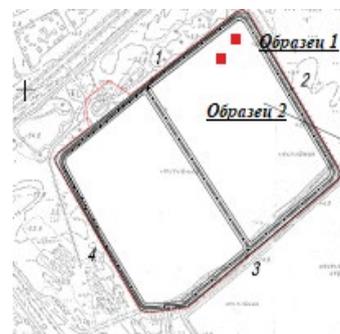


Рис.2. Исследуемая площадка для отбора пробных образцов почвы и места отбора единичных проб почвы (грунта) (образец №1, образец №2) исследуемой площадки

Мониторинг качества почвенного покрова территории, прилегающей к золошлакоотвалу, необходим с целью оценки ее состояния и подтверждения стабильности состояния участков территории.

Процедура отбора проб для лабораторного анализа регламентируется следующими нормативными актами: ГОСТ 28168-89; ГОСТ 17.4.4.02-84; ГОСТ Р 53123-2008; СП 11-102-97; ГОСТ Р 5309-2008; РД 52.18.156-99.

При исследованиях загрязнения почвы техногенной площадки на обследуемой территории были намечены места пробоотбора (граница золоотвала (рис. 2)) и отобраны единичные образцы.

Материал для исследования (образец техногенного отобранного грунта) суммарной массой около 3 кг был передан для анализа в грунтово-химическую лабораторию ООО ПСФ «ГЕОэкспресс» с целью количественного определения содержания в исследуемых образцах свинца, цинка, кадмия, меди, никеля, железа, хрома и марганца и оценки экологического состояния почв путем сравнения с результатами лабораторного анализа грунтов, полученных перед реконструкцией объекта. Лабораторные исследования осуществлялись на поверенном оборудовании Астраханский ЦСМ (табл. 1).

Полученные результаты лабораторных исследований на содержание в образцах содержания валовых форм тяжелых токсичных металлов (далее – ТТМ) представлены в таблице 2.

Предельно допустимые концентрации (далее – ПДК) химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности изложены в таблице 4 [4], приведены в таблице 3.

Содержание валовых форм ТТМ первого, второго, третьего класса опасности анализируемых образцов почвы в перерасчете в доли ПДК представлено в таблице (табл. 4).

Таблица 1

Перечень лабораторного оборудования для проведения исследования

Наименование оборудования	Срок поверки	Номер св-ва
Спектрометр атомно-абсорбционный nov AA с ртутно-гидридной системой HS 55 S-NR 5511234	25 сентября 2024 г.	С-БГ/26-09-2023/280917147
Весы электронные GX-400, № 14548298	19 июня 2024 г.	С-БГ/20-06-2023/256961296
Термогигрометр ИВА-6А-Д, № 14380 (канал температуры и атм. давления)	29 июня 2024 г.	С-БГ/30-06-2023/259165854
Мультиметр цифровой СММ-10, А122248	9 декабря 2023 г.	С-БГ/10-12-2022/207152337
Низкотемпературная лабораторная электропечь СНОЛ 58/350, № 12230	13 июля 2024 г.	А/04328
Плитка ПСП-2 программируемая двухсекционная	27 марта 2025 г.	А/05231
Дозатор пипеточный одноканальный, № 1922046	1 февраля 2024 г.	С-БГ/02-02-2023/221048787
Водяная многоместная баня, № 123364	27 марта 2025 г.	А/05230

Таблица 2

Результаты исследований образцов почвы

Определяемые показатели	Фактическое значение мг/кг	
	1	2
Номер пробы	1	2
Ед. изм.	мг/кг	мг/кг
Рег. номер	1	2
свинец	11	11
цинк	4,3	3,7
кадмий	0,52	0,44
медь	2,6	1,5
никель	2,5	1,7
железо	3327	2045
хром	3	3
марганец	29	55

Таблица 3

Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве [4]

Наименование вещества	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона	Лимитирующий показатель вредности
Валовое содержание			
Марганец	Mg	1500.0	общесанитарный
Свинец	Pb	130,0	общесанитарный
Хром	Cr	0.05	общесанитарный
Медь	Cu	132.0	общесанитарный
Никель	Ni	50.0	общесанитарный
Цинк	Zn	220.0	транслокационный
Кадмий	Cd	2,0	общесанитарный

Таблица 4

Содержание валовых форм ТТМ анализируемых образцов почвы

ТТМ 1 класса опасности	Доля ПДК*
Проба 1	
Свинец	0,10
Цинк	0,02
Кадмий	0,26
Проба 2	
Свинец	0,10
Цинк	0,17
Кадмий	0,22
ТТМ 2 класса опасности	Доля ПДК*
Проба 1	
Медь	0,02
Никель	0,03
Проба 2	
Медь	0,01
Никель	0,02
ТТМ 3 класса опасности	Доля ПДК*
Проба 1	
Марганец	0,019
Проба 2	
Марганец	0,037

* рассчитано в соответствии с [4]

Произведен сравнительный анализ содержания в образцах почвы ТТМ до реконструкции [5] и на текущий момент эксплуатации прудов-испарителей (табл. 4). Результаты исследований экологического состояния почв представлены на рисунках 3–7.

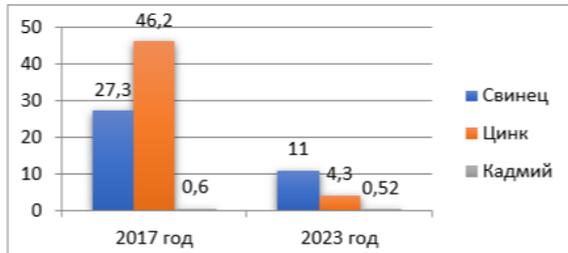


Рис. 3. Сравнительный анализ содержания в образце почвы 1 ТТМ первого класса опасности (мг/л) за 2017 и 2023 годы

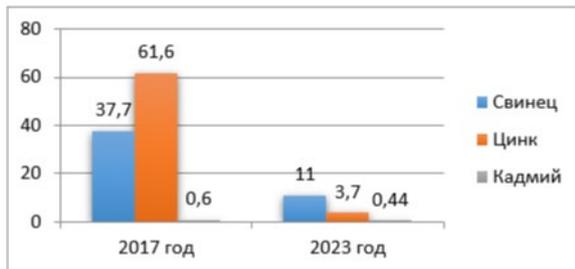


Рис. 4. Сравнительный анализ содержания в образце почвы 2 ТТМ первого класса опасности (мг/л) за 2017 и 2023 годы

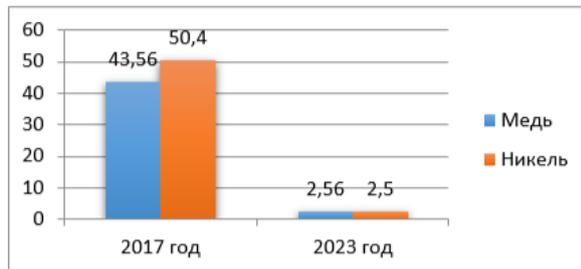


Рис. 5. Сравнительный анализ содержания в образце почвы 1 ТТМ второго класса опасности (мг/л) за 2017 и 2023 годы

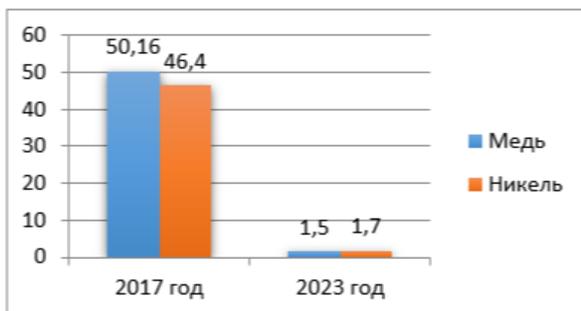


Рис. 6. Сравнительный анализ содержания в образце почвы 2 ТТМ второго класса опасности (мг/л) за 2017 и 2023 годы



Рис. 7. Содержание в образцах почвы 1,2 ТТМ третьего класса опасности (мг/л) за 2023 год

Содержание марганца в образцах почвы до реконструкции не превышает ПДК во всех сборных пробах.

Результаты последних лабораторных исследований свидетельствуют о следующих критериях загрязнения почвы: по первому классу опасности: < 1ПДК; по второму: < 1ПДК; по третьему: < 1ПДК, что соответствует классу опасности загрязнения – слабая, согласно своду правил «Инженерно-экологические изыскания для строительства» (табл. 4.2, 4.3) [6] в зависимости от фактического содержания элемента оценивается степень загрязнения почвы (Оценка степени загрязнения почв химическими веществами. Ч. 1. Тяжелые металлы и пестициды. М., Минприроды РФ, 1982).

Для характеристики солевого состояния исследуемых почв был проведен анализ водной вытяжки (рис.8) с определением содержания токсичных солей в лаборатории химии учебного корпуса АГАСУ. Материалы: 1) весы теххимические или аналитические; 2) колбы на 500 мл; 3) воронки; 4) стеклянные палочки; 5) ступки; 6) сито с ячейкой 1 мм; 7) выпарительные чашки; 8) водяная баня; 9) фильтры; 10) сушильный шкаф; 11) дистиллированная вода, не содержащая CO₂. Для освобождения от CO₂ берут 2–3 л дистиллированной воды. Кипятят 30 мин., охлаждают.

Для приготовления водной вытяжки 50 г почвы переносят в широкогорлую склянку на 750–1000 см (рис. 8), приливают пятикратный объем дистиллированной воды 250 мл. Склянку закрывают пробкой и взбалтывают 5 мин. После чего вытяжку фильтруют через сухой складчатый фильтр. Вытяжку профильтровывают до тех пор, пока фильтрат не станет прозрачным.



Рис. 8. Взвешивание на электронных весах исходного образца почвы, приготовление водной вытяжки, выпаривание водной вытяжки на водяной бане и определение засоленности почв по сухому остатку

Анализ водной вытяжки начинают после того, как она полностью отфильтруется. Ее количество измеряют мерным цилиндром.

По величине сухого остатка определяют степень засоленности почв. 50 мл водной вытяжки помещают в фарфоровую выпарительную чашку диаметром 7–10 см. По окончании выпаривания чашку с сухим остатком вытирают снаружи фильтровальной бумагой и высушивают в сушильном шкафу при 105 °С в течение трех часов, охлаждают, взвешивают (рис. 8).

Масса почвы после высушивания в сушильном шкафу составила 37,78 г. На 50 мл объема водной вытяжки приходится 7,556 г. Масса солей по средневзвешенному значению весу чашки (36,95–36,91 г) составляет 0,04 г. Сухой остаток солей в анализируемом образце составляет:

$$\omega = \frac{0,04}{7,556} \cdot 100\% = 0,529 \%$$

Содержание солей по данным водной вытяжки представлены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание солей по данным анализа водной вытяжки

№ выработки	Глубина, см	Солей, %	Ионы: числитель %, знаменатель м-экв./100г.						Сумма токсичных солей
			HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺ расч	
Аллювиальные техногенно нарушенные почвы									
1	0-8	0,117	0,055	0,005	0,029	0,018	0,007	0,003	0,056
			0,90	0,14	0,60	0,90	0,58	0,13	
	8-30	0,145	0,037	0,009	0,058	0,012	0,005	0,024	0,104
			0,61	0,25	1,21	0,60	0,41	1,04	
2	0-7	0,084	0,043	0,007	0,014	0,012	0,006	0,002	0,043
			0,70	0,20	0,29	0,60	0,49	0,09	
	7-30	0,136	0,040	0,011	0,048	0,010	0,007	0,020	0,102
			0,66	0,31	1,00	0,50	0,58	0,87	
3	0-30	0,991	0,015	0,255	0,394	0,084	0,023	0,220	0,706
			0,25	7,19	8,20	4,19	1,89	9,57	
4	0-6	0,120	0,052	0,009	0,029	0,022	0,006	0,002	0,045
			0,85	0,25	0,60	1,10	0,49	0,09	
	6-30	0,108	0,037	0,007	0,034	0,012	0,002	0,016	0,067
			0,61	0,20	0,71	0,60	0,16	0,70	
Техногенные поверхностные образования группы артефактов подгруппы артефактов									
5	0-40	0,101	0,034	0,005	0,034	0,010	0,002	0,016	0,067
			0,56	0,14	0,71	0,50	0,16	0,70	
	40-70	0,631	0,018	0,021	0,408	0,140	0,012	0,032	0,156
			0,30	0,59	8,49	6,99	0,99	1,39	
6	0-10	1,161	0,021	0,064	0,732	0,265	0,018	0,061	0,262
			0,34	1,81	15,24	13,22	1,48	2,65	
	10-35	0,834	0,018	0,377	0,187	0,070	0,015	0,207	0,636
			0,30	10,63	3,89	3,49	1,23	9,00	
7	0-7	0,118	0,043	0,007	0,038	0,014	0,009	0,007	0,070
			0,70	0,20	0,79	0,70	0,74	0,30	
	7-30	0,785	0,018	0,353	0,139	0,070	0,018	0,187	0,547
			0,30	9,96	2,89	3,49	1,48	8,13	

Из таблицы 5 видно, что почвы засолены с поверхности, что позволяет отнести их к солончаковой разновидности с суммарным содержанием солей по выработкам: № 1 – 0,14 %, № 2 – 0,12 %, № 3 – 0,11 %, № 4 – 0,1104 %, № 5 – 0,33 %, № 6 – 0,93 %, № 7 – 0,63 %.

Выводы

При формировании золоотвала, при неравномерном испарении вод, на прилегающих территориях происходило формирование зон повышенного содержания легкорастворимых солей, что, в свою очередь, привело к образованию зон с аномально высокой степенью засоления почв. После реконструкции

техногенных площадок и прекращения функционирования золошлакоотвалов наблюдается снижение содержания в образцах почвы тяжелых токсичных металлов первого класса опасности: свинец – 3,4 раза, цинк – 14,3 раза, кадмий – 1,2 раза; второго класса: медь – 19,2 раза, никель – 20,16 раз. Характер антропогенной трансформации почв и, следовательно, их отнесение к перечисленным «антропогенным» отделам или отделам естественных почв зависит не только от характера, продолжительности и интенсивности антропогенных (преимущественно агрогенных) воздействий, но и в значительной степени от строения исходных природных почв.

Список литературы

1. Яндекс Карты – транспорт, навигация, поиск мест. – Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/37/astrahan/hybrid/?ll=48.109523%2C46.389812&z=1>.
2. ГОСТ 17.8.1.02-88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация. – Дата введения 1989-06-01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 6 с.
3. Охинько В. А. Актуальные проблемы экологии и экологической безопасности и возможные пути их решения / В. А. Охинько, В. В. Милованов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2015. – № 3 (13). – С. 37-38.
4. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
5. Мухин А. А. Экологическое состояние золоотвала государственной районной электростанции / А. А. Мухин, А. Э. Харламова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 2 (44). – С. 66-71. – DOI 10.52684/2312-3702-2023-44-2-66-71. – EDN SXABEJ.
6. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.

© А. А. Мухин, А. Э. Харламова, И. В. Лукичева

Ссылка для цитирования:

Мухин А. А., Харламова А. Э., Лукичева И. В. Анализ современного экологического состояния техногенных площадок Астраханской государственной районной электростанции // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 2 (48). С. 53-57.