

PHYSICO-CHEMICAL STUDY OF ENVIRONMENTAL COMPONENTS AT THE UZEN OILFIELD, MANGYSTAU REGION

Zh.N. Kaynarbayeva¹, E.A. Tusupkaliyev¹, U.B. Issayeva^{1*}, A.Zh. Bayzak¹, M.T. Oshakbayev¹,
A.A. Espenbetov¹, M.N. Baiymbetov¹, G.A. Uskov¹, D.A. Turgaliyev¹, K.A. Manapov¹, N.A. Shadin²

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

²Abay Kazakh National pedagogical university, Almaty, Kazakhstan

*E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

Abstract. *Introduction.* Environmental assessment is an important task for ensuring environmental safety and sustainable development of territories. As part of this work, studies were conducted on the territory of JSC Ozenmunaigas — the Uzen deposit, the GU-85 and GU-88 landfills. *The purpose of* this work was a comprehensive assessment of the level of pollution of atmospheric air, soil and groundwater using modern analytical methods. *Methods.* X-ray phase analysis, infrared spectroscopy, atomic emission and gas chromato-mass spectrometry are used to determine the mineral, organic and elemental composition of samples, as well as the analysis of petroleum products, phenols and synthetic surfactants. Sampling and analysis were carried out in accordance with state standards and methodological guidelines in the field of environmental monitoring. *Results and discussion.* The data obtained showed that the concentrations of pollutants are within the maximum permissible limits. The analysis of uncontaminated soils showed a coincidence of the component composition at different landfills. No excess levels of major pollutants, including petroleum products and heavy metals, were detected in the air and soil. A slight excess was recorded only for individual indicators in groundwater, which indicates a local anthropogenic impact. In general, the environmental situation in the studied areas is assessed as stable and safe.

Keywords: environmental monitoring, X-ray phase analysis, petroleum products, groundwater, atmospheric air, soil, pollution

Kainarbayeva Zhaniya Nurbekovna	Master; E-mail: zhaniya.kn@gmail.com
Tusupkaliyev Ersin Adietovich	Candidate of Chemical Sciences; E-mail: t_ersin@mail.ru
Issayeva Ulzhalgas Bakytzhankyzy	PhD; E-mail: ulyajan_1603@mail.ru
Bayzak Assel Zheniskyzy	Master; E-mail: asel6.03.78@mail.ru
Oshakbayev Mels Tleuberdiyevich	Doctor of Technical Sciences, Professor; E-mail: o_mels@mail.ru
Yespenbetov Assylbek Alimbekovich	Doctor of Chemical Sciences; E-mail: yespenbetov@mail.ru

Citation: Kaynarbayeva Zh.N., Issayeva U.B., Tusupkaliyev E.A., Bayzak A.Zh., Oshakbayev M.T., Espenbetov A.A., Baiymbetov M.N., Uskov G.A., Turgaliyev D.A., Manapov K.A. Physico-chemical study of environmental components at the Uzen oilfield, Mangystau region. *Chem. J. Kaz.*, 2025, 3(91), 84-94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2025-3.2710-1185.37>

Baiymbetov Mizambek Nurbayevich	Candidate of Chemical Sciences; E-mail: bmizam@mail.ru
Uskov Grigoriy Alexandrovich	Engineer; E-mail: labfizhim@mail.ru
Turgaliyev Darkhan Abayevich	Engineer; E-mail: darkhanxah@mail.ru
Manapov Kairat Agzamovich	Engineer; E-mail: kairat2436037@gmail.com
Shadin Nurgul Adyrbekkyzy	PhD; E-mail: nugen_87@mail.ru

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.Н. Кайнарбаева¹, Е.А. Тусупкалиев¹, У.Б.Исаева^{1*}, А.Ж. Байзак¹, М.Т.Ошакбаев¹, А.А. Еспенбетов¹, М.Н. Баимбетов¹, Г.А. Усков¹, Д.А. Турғалиев¹, К.А. Манапов¹, Н.А. Шадин²

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

*E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

Резюме. *Введение.* Оценка состояния окружающей среды является важной задачей для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития территорий. В рамках данной работы проведены исследования на территории АО «Озенмунайгаз» — месторождение Узень, полигоны ГУ-85 и ГУ-88. *Целью* настоящего исследования была комплексная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха, почвы и подземных вод с использованием современных аналитических методов. *Методы.* Рентгенофазовый анализ, инфракрасная спектроскопия, атомно-эмиссионная и газовая хромато-масс-спектрометрия — для определения минерального, органического и элементного состава проб, а также анализа нефтепродуктов, фенолов и синтетических поверхностно-активных веществ. Отбор проб и анализ проводились в соответствии с государственными стандартами и методическими рекомендациями в области экологического мониторинга. *Результаты и обсуждение.* Полученные данные показали, что концентрации загрязняющих веществ находятся в пределах предельно допустимых норм. Анализ чистых грунтов показал совпадение компонентного состава на разных полигонах. В воздухе и почве не выявлено превышений по основным загрязнителям, включая нефтепродукты и тяжелые металлы. Незначительное превышение зафиксировано только по отдельным показателям в подземных водах, что свидетельствует о локальном техногенном воздействии. В целом, экологическая обстановка на исследуемых участках оценивается как стабильная и безопасная.

Ключевые слова: экологический мониторинг, рентгенофазовый анализ, нефтепродукты, подземные воды, атмосферный воздух, почва, загрязнение

Кайнарбаева Жания Нурбековна	магистр
Тусупкалиев Ерсин Адиетович	кандидат технических наук
Исаева Улжалгас Бакытжанкызы	PhD
Байзак Асел Женискызы	магистр
Ошакбаев Мэлс Тлеубердиевич	доктор технических наук, профессор
Еспенбетов Асылбек Алимбекович	доктор химических наук
Баимбетов Мизамбек Нурбаевич	кандидат технических наук
Усков Григорий Александрович	инженер
Турғалиев Дархан Абаевич	инженер
Манапов Кайрат Агзамович	инженер
Шадин Нургуль Адырбеккызы	PhD

1. Введение

Экологические исследования, проведенные в последние десятилетия во многих странах мира, показали все возрастающее разрушительное воздействие антропогенных и техногенных факторов на окружающую среду, которые могут привести на грань экологического кризиса.

В соответствии с Земельным и Экологическим Кодексами Республики Казахстан предприятия, разрабатывающие месторождения полезных ископаемых или производящие действия, связанные с нарушением почвенного покрова на предоставляемых им во временное пользования землях, обязаны по окончании работ приводить их в состояние, пригодное для использования в сельскохозяйственном или ином производстве. Одним из таких предприятий является АО «Озенмунайгаз», которому предоставлены во временное пользование земли, в пределах которых производится добыча и подготовка нефти месторождения Узень [1,2].

Цель настоящего исследования заключается в оценке воздействия загрязняющих веществ, образующихся в результате производственной деятельности АО «Озенмунайгаз», на состояние окружающей среды, а также в выявлении территорий, наиболее подверженных техногенному загрязнению.

2. Экспериментальная часть

Исследования проводились на территории АО «Озенмунайгаз» (месторождение Узень, полигоны ГУ-85 и ГУ-88). В качестве объектов исследования использовали: атмосферный воздух (на территории полигона и на границе санитарно-защитной зоны); воздух рабочей зоны; почвы (чистые и с территории объекта); подземные воды (контрольная скважина).

Методы анализа:

Рентгенофазовый анализ (РФА) проводился на приборе DW-XRD-27mini (Китай) с целью определения минерального и количественного состава грунтов.

Инфракрасная спектроскопия (ИК-Фурье) осуществлялась на спектрометре Nicolet 5700 (Thermo Electron Corporation, США) для идентификации органических соединений [3].

Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) применялась для количественного определения содержания металлов [3].

Газовая хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС) выполнялась на системе Agilent 7890 с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5975 для анализа нефтепродуктов, фенолов и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) [4–5].

Отбор и анализ проб проводились в соответствии с требованиями государственных стандартов и методических указаний по экологическому мониторингу [6–9].

3. Результаты и обсуждение

Проведен полуколичественный рентгенофазовый анализ незагрязненных (чистых) грунтов НГДУ-1, месторождения Узень, полигонов ГУ-85 и ГУ-88. Результаты рентгенофазового анализа приведены на рисунках 1 и 2, а также в таблицах 1, 2, 3 соответственно. В приведены сравнительные количественные характеристики содержания компонентов на полигонах ГУ-85 и ГУ-88. Как видно из таблицы 3 компонентный и количественный составы грунтов полигонов ГУ-85 и ГУ-88 фактически совпадают в пределах допустимых погрешностей для полуколичественного РФА.

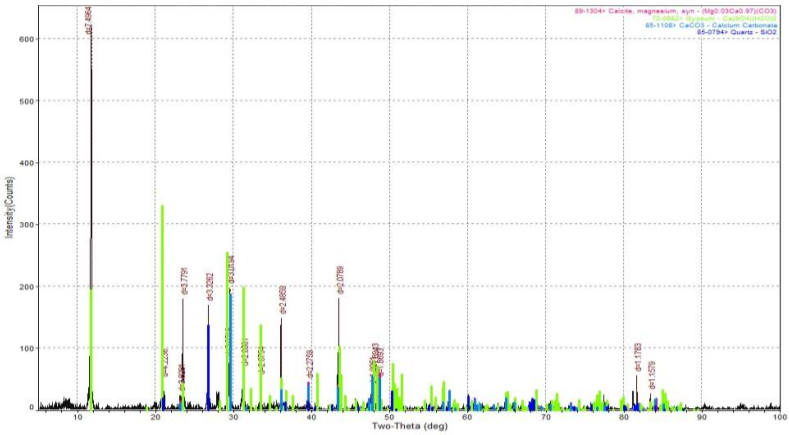


Рисунок 1 –Рентгенофазовый анализ чистого грунта полигона ГУ-85

Таблица 1 – Межплоскостные расстояния и идентификация составов грунта полигона ГУ – 85

2-Theta	d(Å)	I%	Phase ID
11.795	7.4964	58.7	Ca(SO4)(H2O)2
21.016	4.2236	13.5	SiO2
23.216	3.8281	5.9	CaCO3
23.522	3.7791	12.9	Ca(SO4)(H2O)2
26.780	3.3262	100.0	SiO2
29.239	3.0519	77.1	Ca(SO4)(H2O)2
29.560	3.0194	100.0	(Mg0.03Ca0.97)(CO3)
31.270	2.8581	60.0	Ca(SO4)(H2O)2
33.465	2.6754	41.6	Ca(SO4)(H2O)2
36.102	2.4859	16.5	(Mg0.03Ca0.97)(CO3)
39.564	2.2759	23.5	(Mg0.03Ca0.97)(CO3)
43.495	2.0789	31.1	Ca(SO4)(H2O)2
47.698	1.9051	28.3	CaCO3
47.986	1.8943	23.5	Ca(SO4)(H2O)2
48.669	1.8693	27.7	CaCO3
81.648	1.1783	6.2	SiO2
83.399	1.1579	3.8	Ca(SO4)(H2O)2

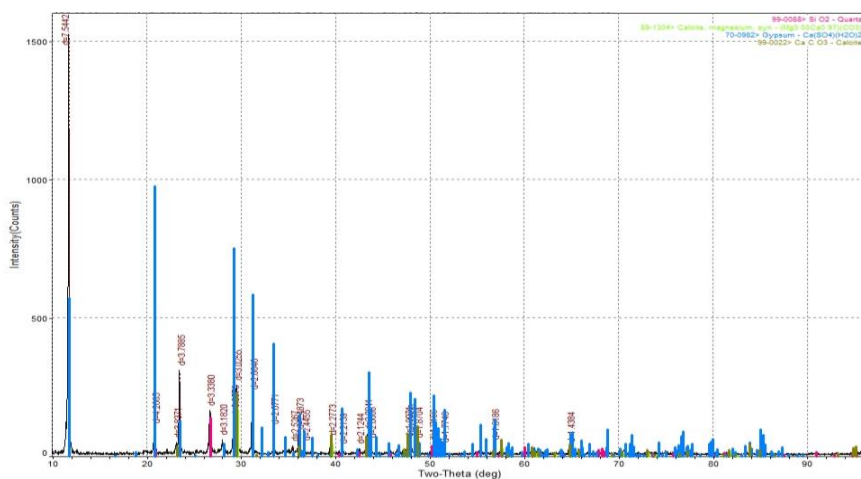


Рисунок 2 –Рентгенофазовый анализ чистого грунта полигона ГУ-88

Таблица 2 –Межплоскостные расстояния и идентификация составов грунта полигона ГУ – 88

2-Theta	d(Å)	I%	Phase ID
11.721	7.5442	58.7	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
20.803	4.2665	100.0	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
23.161	3.8371	7.7	(Mg _{0.03} Ca _{0.97})(CO ₃)
23.463	3.7885	12.9	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
26.683	3.3380	100.0	Si O ₂
28.018	3.1820	4.5	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
29.183	3.0576	77.1	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
29.499	3.0255	100.0	Ca C O ₃
31.197	2.8646	60.0	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
33.444	2.6771	41.6	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
35.500	2.5267	1.2	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
36.080	2.4873	14.6	Ca C O ₃
36.719	2.4455	9.3	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
39.540	2.2773	23.5	(Mg _{0.03} Ca _{0.97})(CO ₃)
40.722	2.2139	17.5	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
42.519	2.1244	8.9	Si O ₂
43.381	2.0841	21.3	(Mg _{0.03} Ca _{0.97})(CO ₃)
43.719	2.0688	17.0	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
47.644	1.9071	34.5	Ca C O ₃
47.919	1.8968	23.5	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
48.640	1.8704	47.4	Ca C O ₃
50.209	1.8156	25.8	Si O ₂
51.450	1.7746	17.1	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
56.834	1.6186	13.5	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂
64.759	1.4384	18.0	Ca C O ₃

Таблица 3 – Количественные характеристики содержания компонентов на основании полуколичественного РФА

	Чистый грунт ГУ-85, %	Чистый грунт ГУ-88, %
Магнезиальный кальцит ($\text{Mg}_{0.03}\text{Ca}_{0.97}(\text{CO}_3)$)	35.3	34.9
Гипс - $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	36.1	33.7
Кальцит, CaCO_3	5.4	6.8
Кварц, SiO_2	23.2	24.6

В рамках проведения аналитического контроля и мониторинга состояния почвенного покрова на территории полигона ГУ-88 НГДУ-1 были выполнены лабораторные исследования, направленные на определение содержания приоритетных загрязняющих веществ. Результаты анализа представлены в таблице 4. Согласно полученным данным, содержание нефтепродуктов составляет 110,75 мг/кг при предельно допустимой концентрации (ПДК) 1000.0 мг/кг, что свидетельствует об отсутствии загрязнения данным компонентом. Концентрации тяжелых металлов также не превышают нормативных значений.

На основании проведенных исследований установлено, что состояние почвенного покрова полигона ГУ-88 НГДУ-1 соответствует экологическим нормативам. Концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов находятся в пределах допустимых значений, что позволяет сделать вывод о низком уровне антропогенного воздействия и благоприятной экологической обстановке на обследуемом участке [10].

Таблица 4 – Результаты анализов проб почвы на полигоне ГУ-88 НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз»

Точки отбора проб	Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, мг/м ³	Норма ПДК, м.р.мг/м ³
Полигон ГУ-88 НГДУ-1	Нефтепродукты	110.75	1000.0
	Медь	1.39	3.0
	Никель	1.05	4.0
	Свинец	5.76	32.0
	Цинк	3.01	23.0

В рамках исследований были проведены измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории полигона ГУ-88 НГДУ-1. Полученные значения представлены в таблице 5. На данной точке наблюдается устойчивое соответствие фактических концентраций нормативным требованиям. Наибольшая доля загрязнений приходится на оксид углерода и углеводороды, однако все значения остаются значительно ниже установленных предельно допустимых уровней [11]. Это указывает на

отсутствие существенного техногенного воздействия в пределах рассматриваемой зоны.

Контроль атмосферного воздуха на границе СЗЗ был осуществлен с целью оценки уровня загрязнения, потенциально влияющего на прилегающие к производственной зоне территории. Результаты приведены в таблице 6. Уровни загрязняющих веществ на границе СЗЗ значительно ниже установленных пределов. Это свидетельствует о том, что выбросы, поступающие от источников НГДУ-1, не создают опасного воздействия на прилегающие жилые или природоохранные территории.

Анализ результатов контроля атмосферного воздуха на территории полигона и на границе санитарно-защитной зоны показал, что воздействие предприятия на окружающую среду в пределах допустимых норм. Все исследованные параметры находятся в пределах ПДК, что свидетельствует о соблюдении экологических требований и отсутствии риска для здоровья населения.

Таблица 5 – Результаты контроля атмосферного воздуха на полигоне ГУ-88 НГДУ-1

Точки отбора проб	Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, мг/м ³	Норма ПДК, мг/м ³
Полигон ГУ-88 НГДУ-1	Оксид углерода	3.15	5.0
	Оксид азота	0.0812	0.4
	Диоксид азота	0.0524	0.085
	C ₁ -C ₅	2.07	50.0
	SO ₂	0.0234	0.5
	Меркаптаны	0.0000042	0.00005
	Бенз/а/пирен	0.0141	0.1мкг/100м ³

Таблица 6 - Результаты контроля атмосферного воздуха на границе СЗЗ НГДУ-1

Точки отбора проб	Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, мг/м ³	Норма ПДК, мг/м ³
НГДУ-1, ГраницаСЗЗ	Оксид углерода	0.25	5.0
	Оксид азота	0.001	0.4
	Диоксид азота	0.00985	0.085
	C ₁ -C ₅	1.88	50.0
	SO ₂	0.0123	0.5
	Меркаптаны	0.0000020	0.00005
	Бенз/а/пирен	0.0070	0.1мкг/100м ³

Мониторинг состояния подземных вод был проведён на полигоне ГУ-88 НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз». Отбор проб осуществлялся в контрольной скважине, по результатам которого выполнен анализ содержания загрязняющих веществ. Результаты приведены в таблице 7. Проведённые исследования подземных вод позволили оценить экологическое состояние водоносного горизонта. Результаты анализа показали, что общее состояние

водоносного горизонта в целом можно охарактеризовать как удовлетворительное. Однако зафиксированы превышения ПДК по фенолам и аммонийному азоту [12]. Прочие контролируемые показатели, такие как нефтепродукты, тяжёлые металлы (медь, свинец, никель, цинк), СПАВ, нитраты и нитриты, находятся в пределах нормативных значений, что указывает на отсутствие широкомасштабного загрязнения в исследуемой зоне. Общая минерализация составляет 865 мг/л при допустимом уровне до 1000 мг/л, что также подтверждает стабильное общее состояние подземных вод. Таким образом, можно сделать вывод, что наблюдаемые изменения химического состава вод обусловлены локальными техногенными воздействиями.

Таблица 7 – Мониторинговые скважины на полигоне ГУ-88 НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз»

Точки отбора проб	Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, мг/л	Норма ПДК, мг/л
1	2	3	4
Полигон ГУ-88 НГДУ-1	pH	7.3	6-9
	Общая мин.	865	не более 1000
	Нефтепродукты	0.055	0.1
	Фенолы	0.0631	0.25
	СПАВ	0.038	0.5
	ХПК	12.3	15
	Азот аммонийный	0.84	1.5
	Нитриты	1.35	3.3
	Нитраты	29	45
	Железо	0.17	0.3
	Медь	0.13	1.0
	Никель	0.068	0.1
	Свинец	0.0012	0.003
	Цинк	2.2	5.0

4. Заключение

В рамках проведённого исследования выполнен комплексный физико-химический анализ компонентов окружающей среды (почвы, атмосферный воздух, подземные воды) на территории АО «Озенмунайгаз» с использованием рентгенофазового анализа, атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, газовой хромато–масс-спектрометрии и других аналитических методов.

Анализ образцов чистого грунта, отобранных на полигонах ГУ-85 и ГУ-88, показал, что их компонентный и количественный составы практически идентичны, различия находятся в пределах допустимых погрешностей полуколичественного РФА.

Таким образом, по результатам физико-химических исследований почв, подземных вод, атмосферного воздуха на полигоне ГУ-88 НГДУ-1 АО

«Озенмунайгаз» выявлено, что превышение загрязняющих веществ не наблюдается, и находятся на уровне предельно допустимой концентрации.

Финансирование: Работа выполнена по программе целевого финансирования научных исследований на 2024-2026 гг., осуществляемого Комитетом науки МНВО РК, ИРН BR27101179 «Фундаментальные основы получения инновационных экологически безопасных многофункциональных химических продуктов и материалов».

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов между авторами, требующего раскрытия в данной статье.

МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ӨЗЕН КЕН ОРНЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТА КОМПОНЕНТТЕРІН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Ж.Н. Кайнарбаева¹, Е.А. Тусупқалиев¹, Ұ.Б.Исаева^{1*}, Ә.Ж. Байзақ¹, М.Т.Ошақбаев¹, А.А. Еспенбетов¹, М.Н. Баимбетов¹, Г.А. Усков¹, Д.А. Турғалиев¹, К.А. Манапов¹, Н.А. Шадин²

¹«А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

*E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

Түйіндемe. *Кіріспе.* Қоршаған ортаның жай-күйін бағалау экологиялық қауіпсіздікті және аумақтардың тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін маңызды міндет болып табылады. Осы жұмыс шеңберінде "Өзенмұнайгаз" АҚ аумағында — Өзен кен орны, ГУ-85 және ГУ-88 полигондарында зерттеулер жүргізілді. *Бұл зерттеудің мақсаты* заманауи аналитикалық әдістерді қолдана отырып, атмосфералық ауаның, топырақтың және жер асты суларының ластану деңгейін кешенді бағалау болды. *Әдістері.* Сынамалардың минералды, органикалық және элементтік құрамын анықтау, сондай-ақ мұнай өнімдерін, фенолдарды және синтетикалық беттік-белсенді заттарды талдау үшін рентгендік фазалық талдау, инфрақызыл спектроскопия, атомдық-эмиссиялық және газдық хромато — масс-спектрометрия қолданылды. Сынамаларды іріктеу және талдау экологиялық мониторинг саласындағы мемлекеттік стандарттар мен әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізілді. *Нәтижелер және талқылау.* Алынған деректер бойынша ластанушы заттардың концентрациясы шекті рұқсат етілген мөлшерден аспайды. Таза топырақты талдау нәтижелері әр түрлі полигондардағы компоненттік құрамның сәйкестігін көрсетті. Мұнай өнімдері мен ауыр металдарды қоса алғанда, негізгі ластанушы заттар бойынша ауада және топырақта шекті рұқсат етілген мөлшерден асып кету анықталған жоқ. Жер асты суларында ғана жекелеген көрсеткіштер бойынша шамалы артық мөлшер тіркелді, бұл жергілікті техногендік әсердің бар екенін көрсетеді. Жалпы, зерттелген учаскелердегі экологиялық жағдай тұрақты әрі қауіпсіз деп бағаланады.

Түйінді сөздер: экологиялық мониторинг, рентгенфазалық талдау, мұнай өнімдері, жер асты сулары, атмосфералық ауа, топырақ, ластану

Қайнарбаева Жания Нұрбекқызы	<i>магистр</i>
Түсіпқалиев Еркін Әдиетұлы	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
Исаева Ұлжалғас Бақытжанқызы	<i>PhD</i>
Байзақ Әсел Жеңісқызы	<i>магистр</i>
Ошақбаев Мәліс Тлеубердіұлы	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
Еспенбетов Асылбек Әлімбекұлы	<i>Химия ғылымдарының докторы</i>
Баимбетов Мизамбек Нұрбайұлы	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
Усков Григорий Александрович	<i>инженер</i>
Тұрғалиев Дархан Абайұлы	<i>инженер</i>
Манапов Қайрат Ағзамұлы	<i>инженер</i>
Шадин Нурғұль Адырбекқызы	<i>PhD</i>

Список литературы

1. Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI (с изм. и доп. по состоянию на **2024** г.). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>
2. Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442-II. (с изм. и доп. по состоянию на **2025** г.). https://adilet.zan.kz/rus/docs/K0300000442_
3. Петрунин В.А., Шаталова Т.Б. Инфракрасная спектроскопия органических соединений. М.: Наука, **2010**, 289.
4. Poole C.F., Poole S.K. Chromatography Today. Elsevier Science, **2012**, 2, 936. <https://shop.elsevier.com/books/chromatography-today/poole/978-0-444-88492-3>
5. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. Processes, **2020**, 953. DOI: 10.1201/b16559
6. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления предельно допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М.: Стандартинформ, **1986**. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294851/4294851978.pdf>
7. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, **1984**. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847763.htm>
8. ГОСТ 31957-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, **2014**. <https://files.stroyinf.ru/Data/564/56411.pdf>
9. Методические указания по проведению производственного экологического контроля и мониторинга. Астана: МООС РК, **2016**.
10. Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 25 июня **2015** года № 452. Об утверждении Гигиенических нормативов к безопасности окружающей среды (почве). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011755>
11. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа **2022** года № КР ДСМ-70. Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, на территориях промышленных организаций. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029011/history>
12. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 ноября **2022** года № КР ДСМ-138. Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713>

References

1. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan of January 2, 2021 No. 400-VI (as amended and supplemented as of **2024**). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>
2. Land Code of the Republic of Kazakhstan of June 20, 2003 No. 442-II (as amended and supplemented as of **2025**). https://adilet.zan.kz/rus/docs/K0300000442_
3. Petrunin, V.A., Shatalova, T.B. *Infrared spectroscopy of organic compounds*. Moscow: Nauka, **2010**, 289.
4. Poole C.F., Poole S.K. Chromatography Today. Elsevier Science, **2012**, 2, 936. <https://shop.elsevier.com/books/chromatography-today/poole/978-0-444-88492-3>
5. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. Processes, **2020**, 953. DOI: 10.1201/b16559
6. GOST 17.2.3.01-86. *Nature Protection. Atmosphere. Rules for Establishing Maximum Permissible Emissions of Harmful Substances by Industrial Enterprises*. Moscow: Standartinform, **1986**. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294851/4294851978.pdf>
7. GOST 17.4.4.02-84. *Nature Protection. Soils. Methods for Sampling and Preparation of Samples for Chemical, Bacteriological, and Helminthological Analysis*. Moscow: Standartinform, **1984**. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847763.htm>
8. GOST 31957-2012. *Water. General Requirements for Sampling*. Moscow: Standartinform, **2014**. <https://files.stroyinf.ru/Data/564/56411.pdf>
9. Methodological Guidelines for Conducting Industrial Environmental Control and Monitoring. Astana: MOOS RK, **2016**.

10. Order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated June 25, **2015**, № 452. *On the approval of Hygienic standards for environmental safety (soil).* <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011755>

11. Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated August 2, **2022**, №KR DSM-70. *On the approval of Hygienic standards for atmospheric air in urban and rural settlements, on the territories of industrial organizations.* <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029011/history>

12. Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 24, **2022**, №KR DSM-138. *On the approval of Hygienic standards for the safety of household, drinking, cultural and domestic water use.* <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713>