

STUDY OF OIL-CONTAINING WASTES AT THE SITES OF
JSC "OZENMUNAYGAS"

**E.A. Tusupkaliyev, M.T. Oshakbayev, Zh.N. Kaynarbayeva*, U.B. Issayeva., A.Zh. Bayzak,
A.A. Espenbetov, M.N. Baiymbetov, G.A. Uskov, D.A. Turgaliyev, K.A. Manapov**

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

**E-mail: zhaniya.kn@gmail.com*

Abstract. *Introduction.* Pollution of lands and water bodies with petroleum products is one of the main environmental problems in the territory of JSC Ozenmunaigas. *The purpose of this work* is to conduct a physico-chemical analysis of oil-containing wastes, such as oil sludge, dirty soil and asphalt-resin-paraffin deposits, using infrared (IR) spectroscopy and gas chromatography-mass spectrometry. Two *methods* were used to analyze the composition of the waste under study: infrared spectroscopy, which allows detecting the presence of various organic and inorganic components, and gas chromatography-mass spectrometry, which provides more accurate information about the chemical composition of hydrocarbon fractions. *The results* of IR spectroscopy showed the presence of water, clay minerals and organic substances, as well as absorption bands characteristic of methyl and methylene groups, aromatic compounds and oxygen-containing functional groups, which indicates the interaction of hydrocarbons with atmospheric oxygen. The data obtained make it possible to judge the composition of oil-containing waste and its possible impact on the environment. The use of such research methods is important for the development of environmental protection measures, including effective ways to clean up contaminated areas and prevent further contamination of reservoirs and soil.

Keywords: oil-containing wastes, FTIR spectroscopy, gas chromatography–mass spectrometry, hydrocarbons, petroleum contamination

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

Citation: Tusupkaliyev E.A., Oshakbayev M.T., Kaynarbayeva Zh.N., Issayeva U.B., Bayzak A.Zh., Espenbetov A.A., Baiymbetov M.N., Uskov G.A., Turgaliyev D.A., Manapov K.A. Study of oil-containing wastes at the sites of JSC "OZENMUNAYGAS". *Chem. J. Kaz.*, **2025**, 3(91), 134-143. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2025-3.2710-1185.42>

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

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТЕОТХОДОВ НА ПОЛИГОНАХ АО «ОЗЕНМУНАЙГАЗ»

**Е.А. Тусупкалиев, М.Т. Ошақбаев, Ж.Н. Кайнарбаева*, У.Б. Исаева,
А.Ж. Байзақ, А.А. Еспенбетов, М.Н. Баимбетов, Г.А. Усков, Д.А. Турғалиев, К.А. Манапов**

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

*E-mail: zhaniya.kn@gmail.com

Резюме. *Введение.* Загрязнение земель и водных объектов нефтепродуктами является одной из основных экологических проблем на территории АО «Озенмунайгаз». *Целью* данного исследования является проведение физико-химического анализа нефтесодержащих отходов, таких как нефтешлам, замазученный грунт и асфальтосмолопарафиновых отложений, с применением методов инфракрасной (ИК) спектроскопии и газовой хромато-масс-спектрометрии. Для анализа состава исследуемых отходов использованы два *метода*: инфракрасная спектроскопия, позволяющая выявить наличие различных органических и неорганических компонентов, и газовая хромато-масс-спектрометрия, дающая более точную информацию о химическом составе углеводородных фракций. *Результаты* ИК-спектроскопии показали наличие воды, глинистых минералов и органических веществ, а также полос поглощения, характерных для метильных и метиленовых групп, ароматических соединений и кислородсодержащих функциональных групп, что свидетельствует о взаимодействии углеводородов с кислородом воздуха. Полученные данные позволяют судить о составе нефтесодержащих отходов и их возможном воздействии на окружающую среду. Применение таких методов исследования имеет важное значение для разработки мер по охране экологии, включая эффективные способы очистки загрязненных территорий и предотвращение дальнейшего загрязнения водоемов и почвы.

Ключевые слова: нефтесодержащие отходы, ИК-спектроскопия, газовая хромато-масс-спектрометрия, углеводороды, загрязнение нефтепродуктами

Тусупкалиев Ерсин Адиевич	кандидат технических наук
Ошақбаев Мэлс Тлубердиевич	доктор технических наук, профессор
Кайнарбаева Жания Нурбековна	магистр
Исаева Улжалгас Бакытжанкызы	PhD
Байзақ Асел Женискызы	магистр
Еспенбетов Асылбек Алимбекович	доктор химических наук
Баимбетов Мизамбек Нурбаевич	кандидат технических наук
Усков Григорий Александрович	инженер
Турғалиев Дархан Абаевич	инженер
Манапов Кайрат Агзамович	инженер

1. Введение

Нефтегазодобывающая отрасль является одной из ключевых сфер экономики Республики Казахстан, обеспечивая значительную часть доходов государства и промышленного развития. В то же время разработка месторождений нефти и газа сопровождается техногенным воздействием на окружающую среду [1-2].

Месторождение Узень, расположенное в Мангистауской области Западного Казахстана является одним из старейших и наиболее крупных месторождений региона. В процессе длительной эксплуатации здесь накоплено значительное количество нефтесодержащих отходов, а также зафиксированы процессы формирования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), что требует проведения углублённых экологических исследований [3-4].

Целью исследования является проведение комплексного анализа состояния окружающей среды на объектах АО «Озенмунайгаз» – групповых установках ГУ-85 и ГУ-88, расположенных на территории НГДУ-1 месторождения Узень. В рамках исследования применены методы инфракрасной спектроскопии (ИК) и газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС), а также исследованы образцы асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). Полученные результаты позволяют оценить состав грунтов, выявить характер загрязняющих компонентов и определить особенности их взаимодействия, что имеет практическое значение для выбора методов очистки, утилизации отходов и профилактики образования отложений в технологическом оборудовании.

2. Экспериментальная часть

Объектами исследования являются полигоны ГУ-88 и ГУ-85, расположенные на территории нефтегазодобывающего управления НГДУ-1 АО «Озенмунайгаз».

Отбор проб проводился в соответствии с методическими указаниями по исследованию загрязнённых нефтепродуктами почв и промышленных отходов [5-6]. Масса каждой пробы составляла не менее 500 г. Пробы помещались в герметичные контейнеры из инертного материала и транспортировались в лабораторию при температуре +4...+6 °С. В лаборатории образцы высушивались при комнатной температуре до постоянной массы, механически измельчались и просеивались через сито с размером ячеек 1 мм. Для выделения органической фракции использовалась экстракция хлороформом в соотношении навеска:растворитель = 1:10 (г/мл) при перемешивании в течение 1 ч [7].

Исследования проводились на ИК-Фурье-спектрометре (Nicolet 5700 “Thermo Electron Corporation”, США) по программе OMNIC в области волновых чисел 4000 - 400 см⁻¹. Исследуемые образцы снимались в виде тонких слоев (пленок) на подложке из бромида калия [8].

Компонентный состав хлороформных вытяжек определяли на газовом хроматографе с масс-селективным детектором (Agilent 7890 с масс-спектрометрическим детектором «Agilent 5975») с капиллярной колонкой HP-5MS (30 м×0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм). Температурная программа: 50 °С (удержание 2 мин), нагрев 10 °С/мин до 300 °С с удержанием 10 мин. Газ-носитель — гелий, поток 1,0 мл/мин. Ввод образца 1 мкл в режиме split 1:20 [9].

3. Результаты и их обсуждение

Анализировались интенсивности и положения полос поглощения, что позволило выявить метильные, метиленовые, ароматические, карбонильные, гидроксильные и аминокгруппы. Результаты ИК-спектроскопии приведены на рисунках 1–3.

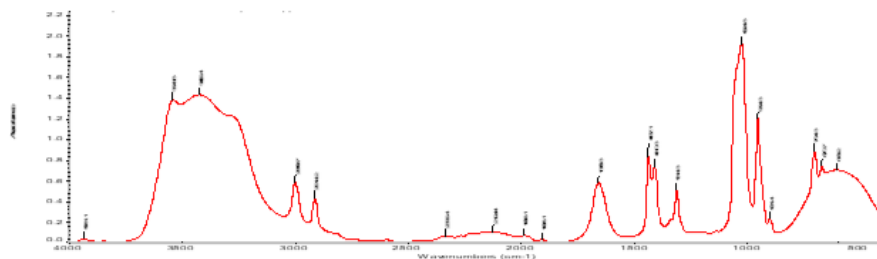


Рисунок 1 – ИК-спектр замазученного грунта полигона ГУ-85.

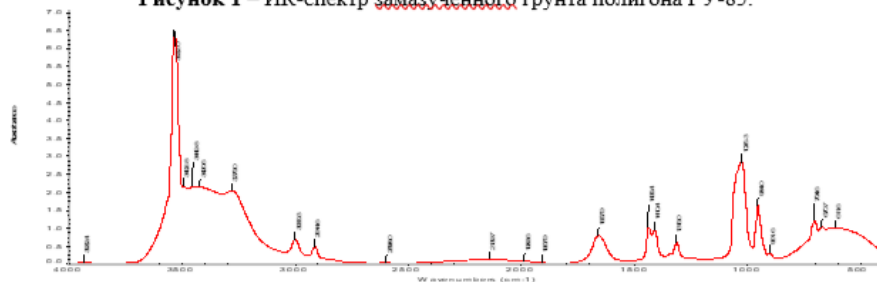


Рисунок 2 – ИК-спектр замазученного грунта полигона ГУ-88.

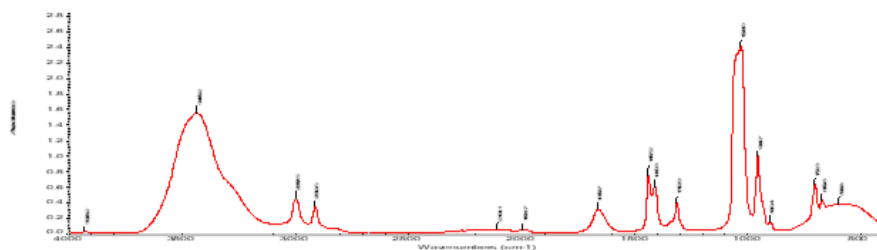


Рисунок 3 – ИК-спектр АСПО полигона ГУ-88.

На рисунках 1-3 приведены результаты ИК-спектроскопии нефтесодержащих отходов. Все образцы содержат признаки влаги, глинистых и органических компонентов. Из рисунков 1-3 видно, что ИК-спектры имеют характеристические частоты поглощения для углеводородов. Частоты полос поглощения в ИК – спектрах с волновыми числами 2920- 2950 см^{-1} и 2800-2910 см^{-1} относятся к метильной и метиленовой группировкам. Для ароматических структур $\text{C}=\text{C}_{\text{ар}}$ характерно полосы поглощения 1635 см^{-1} . Полосы поглощения 1700-1760 см^{-1} и 1680-1700 см^{-1} характерны для СО-групп как алифатических, так и ароматических

Таблица 2 – Компоненты хлороформной вытяжки из замазученного грунта ГУ – 88 и относительная площадь их хроматографических пиков

Компонент	Площадь, %
Тетрадекан	2,94
Пентадекан	3,98
Гексадекан	3,98
Гептадекан	6,86
Тетратетраконтан	3,55
Октадекан	7,48
Нонадекан	9,25
Эйкозан	9,74
Гнейкозан	6,68
Докозан	6,19
Тетратриаконтан	8,27
Ттракозан	5,39
9-Октилгептадекан	4,84
Октакозан	8,33
Гептакозан	4,60
Тритетраконтан	5,94
3,3,7,11-Тетраметилтрицикло[5.4.0.0(4,11)] ундекан-1-ол	1,96

Abundance

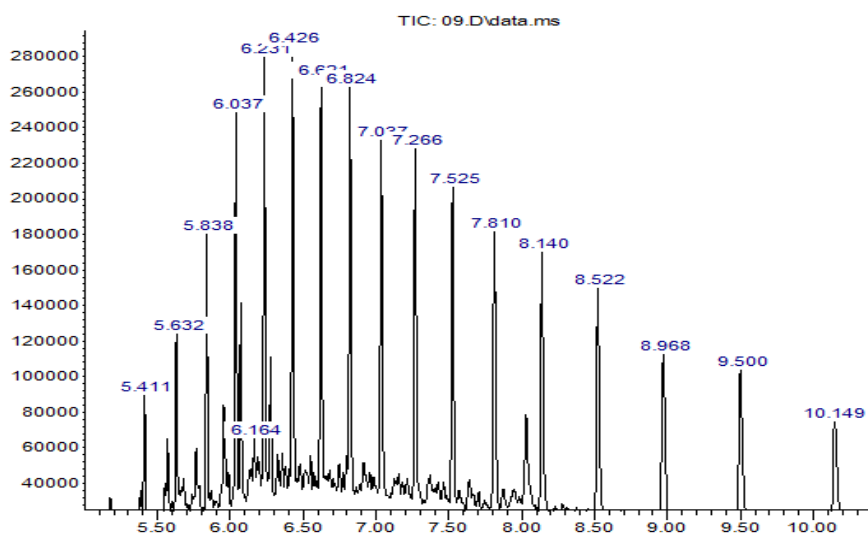
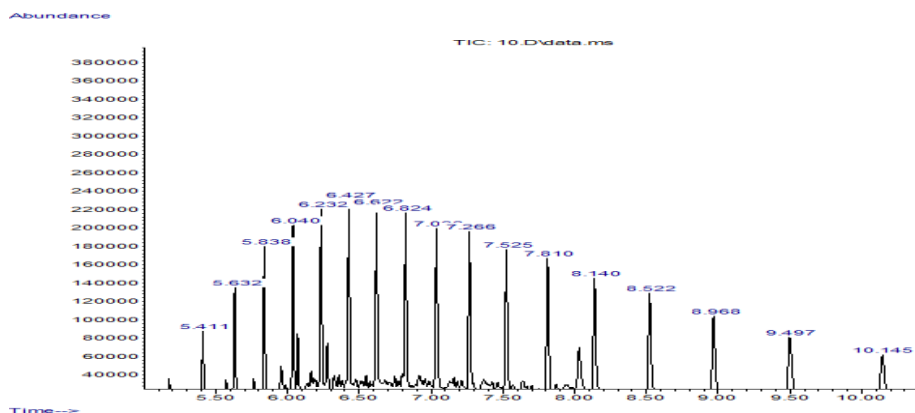


Рисунок 5 – Хроматограмма хлороформной вытяжки из замазученного грунта ГУ – 88.

Таблица 3 – Компоненты хлороформной вытяжки АСПО ГУ-88 и относительная площадь их хроматографических пиков

Компонент	Площадь, %
Тетрадекан	3,03
Пентадекан	4,13
Гексадекан	4,47
Гептадекан	7,17
Гептакозан	7,59
Нонадекан	9,36
Эйкозан	10,21
Генейкозан	7,34
Докозан	6,91
Октакозан	12,23
Тетракозан	6,24
Октадекан	5,56
7-гексилэйкозан	5,56
Тритетраконтан	4,13
Тетратетраконтан	6,06

**Рисунок 6** – Хроматограмма хлороформной вытяжки АСПО ГУ-88.

На основании проведенного хроматографического анализа хлороформной вытяжки из загрязненного грунта ГУ-85 и ГУ-88 были выявлены и количественно оценены компоненты органических соединений. В таблицах 1-3 представлены идентифицированные соединения и их относительное содержание по площади хроматографических пиков. На рисунках 4-6 представлена хроматограмма, отражающая распределение компонентов в хлороформной вытяжке. Хроматограмма показывает высокую концентрацию насыщенных углеводородов с различной длиной углеродной цепи (в основном насыщенные алканы (н-алканы и разветвленные), такие как октакозан, триаконтан, тетракозан, гексакозан, нондекан, эннеазан и др.), что подтверждает наличие сложной смеси органических соединений. Присутствие специфических соединений, таких

как 2,6,10,14-тетраметилгексадекан и 2-метилгептадекан, может свидетельствовать о биогенном или техногенном происхождении загрязнения.

Физико-химические показатели АСПО приведены в таблице 4. Плотность определялась ареометром при 20 °С, температура застывания — по стандартной методике охлаждения до появления кристаллической фазы, вязкость — на вискозиметре при 50 °С, pH — потенциометрическим методом, общая минерализация — методом выпаривания с последующим взвешиванием остатка. Содержание парафинов определялось по ГОСТ 11851–85, смол и асфальтенов — по ГОСТ 11858–66. Фракционный состав углеводородов C₁₂–C₁₉ оценивался методом хроматографического анализа с использованием стандартизированных смесей n-алканов.

Таблица 4 – Результаты исследований асфальтосмолистопарафинового отложения АО «Озенмунайгаз»

№ п/п	Показатели	Содержание
1	Плотность, г/см ³	0,875
2	Температура застывания, °С	35
3	Вязкость: при 50 °С	13,7
4	pH	8
5	Общая минерализация, г/л	56,3
6	Обводненность, %	7
7	Нефтепродукты, содержание, %:	
8	Сера	0,18
9	Смола	16,6
10	Асфальтены	1,4
11	Парафины	25,7
12	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	29,5

В результате анализа приведенные в таблице 4 асфальтосмолистопарафиновых отложений, отобранных на объектах АО «Озенмунайгаз» указывают на высокое содержание парафинов и предельных углеводородов [10, 11].

4. Заключение

В статье рассмотрены физико-химические характеристики нефтесодержащих отходов (АСПО, замазученный грунт) АО «Озенмунайгаз» с использованием ИК-спектроскопии и газовой хромато–масс-спектрометрии. Образцы замазученного грунта были отобраны на полигонах ГУ-85 и ГУ-88, АСПО — на полигоне ГУ-88. На основании данных ИК-спектроскопии и газовой хромато-масс-спектрометрии установлено, что исследованные соединения имеют углеводородный состав с присутствием СО- и ОН-групп. Физико-химический анализ асфальтосмолистопарафиновых отложений показал высокое содержание

парафинов и предельных углеводородов, что способствует образованию плотных отложений в технологическом оборудовании. Наличие смол и асфальтенов подтверждает сложную многокомпонентную природу отходов, что необходимо учитывать при выборе методов очистки и профилактики загрязнений.

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.

АО «ӨЗЕНМҰНАЙГАЗ» ПОЛИГОНДАРЫДАҒЫ МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ

**Е.А. Тусупқалиев, М.Т. Ошақбаев, Ж.Н. Қайнарбаева*, Ұ.Б. Исаева,
Ә.Ж. Байзақ, А.А. Еспенбетов, М.Н. Баимбетов, Г.А. Усков, Д.А. Турғалиев, К.А. Манапов**

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

*E-mail: zhaniya.kn@gmail.com

Түйіндемe. *Кіріспе.* Жер мен су объектілерінің мұнай өнімдерімен ластануы "Өзенмұнайгаз" АҚ аумағындағы негізгі экологиялық проблемалардың бірі болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты инфрақызыл (ИК) спектроскопия және газды хромато-масс-спектрометрия әдістерін қолдана отырып, мұнай шламы, ластанған топырақ және асфальтосмолопарафин шөгінділері сияқты құрамында мұнай бар қалдықтарға физика-химиялық талдау жүргізу болып табылады. *Әдістері.* Зерттелетін қалдықтардың құрамын талдау үшін екі әдіс қолданылды: әртүрлі органикалық және бейорганикалық компоненттердің болуын анықтауға мүмкіндік беретін инфрақызыл спектроскопия және көмірсутек фракцияларының химиялық құрамы туралы дәлірек ақпарат беретін газды хромато-масс-спектрометрия. *Нәтижелер және талқылау.* ИҚ спектроскопиясының нәтижелері судың, сазды минералдардың және органикалық заттардың, сондай-ақ метил және метилен топтарына, хош иісті қосылыстарға және құрамында оттегі бар функционалды топтарға тән сіңіру жолақтарының болуын көрсетті, бұл көмірсутектердің ауа оттегімен әрекеттесуін көрсетеді. Алынған мәліметтер құрамында мұнай бар қалдықтардың құрамы мен олардың қоршаған ортаға тигізетін әсерін бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай зерттеу әдістерін қолдану ластанған аумақтарды тазартудың тиімді әдістерін және су объектілері мен топырақтың одан әрі ластануын болдырмауды қоса алғанда, экологияны қорғау шараларын әзірлеу үшін маңызды.

Түйінді сөздер: мұнай құрамды қалдықтар, ИК-спектроскопия, газ хромато-масс-спектрометрия, көмірсутектер, мұнай өнімдерімен ластану

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

Список литературы

1. ОВОС к проекту разработки месторождения Узень. *Краткое нетехническое резюме*. Актау: АО «Озенмунайгаз», **2022**. <https://www.ecoportal.kz>
2. Программа производственного экологического контроля (ПЭК) АО «Озенмунайгаз» для месторождений Западный Тенге, Карамандыбас, Южный Жетыбай, Актас, Тасболат. Актау, **2025**. <https://www.ecoportal.kz>
3. Тусупкалиев Е.А., Джусипбеков У.Ж., Баимбетов М.Н., Кайнарбаева Ж.Н., Байзак А.Ж., Маймеков З.К. Научное обоснование предельно допустимой концентрации нефти в почве для территории промышленной зоны месторождения Узень Мангистауской области. *Хим. журн. Казахстана*, **2024**, 2, 25-35. DOI: 10.51580/2024-2.2710-1185.18
4. Мониторинг и обработка СБВ на месторождении Узень. *Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана*, Алматы, **2024**. DOI: 10.54859/kjogi99709
5. ГОСТ 17.4.3.01–83. *Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб*. М.: Изд-во стандартов, **1983**, 6. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294849/4294849589.pdf>
6. ГОСТ 17.1.5.05–85. *Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод*. М.: Изд-во стандартов, **1985**, 8. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33684397
7. ISO 9377-2:2000. *Water quality — Determination of hydrocarbon oil index — Part 2: Method using solvent extraction and gas chromatography*. Geneva: ISO, **2000**, 23. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9377:-2:ed-1:v1:en>
8. Петрунин В.А., Шаталова Т.Б. Инфракрасная спектроскопия органических соединений. М.: Наука, **2010**, 289.
9. 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>
10. Speight J.G. *The Chemistry and Technology of Petroleum. Processes*, **2020**, 953. DOI: 10.1201/b16559
11. Fang Zh., Quan Shi, Germain S.V., Pierre G., Brice B. Fractionation and Characterization of Petroleum Asphaltene: Focus on Metalopetroleomics. *Processes*, **2020**, 8, 32. DOI: 10.3390/pr8111504

References

1. Environmental Impact Assessment (EIA) for the development project of the Uzen field. Non-technical summary. Aktau: Ozenmunaigas JSC, **2022**. <https://www.ecoportal.kz>
2. Program of industrial environmental monitoring (PEM) of Ozenmunaigas JSC for the fields Zapadny Tenge, Karamandybas, Yuzhny Zhetybay, Aktas, Tasbolat. Aktau, **2025**. <https://www.ecoportal.kz>
3. Tusupkaliev E.A., Dzhusipbekov U.Zh., Baimbetov M.N., Kaynarbayeva Zh.N., Baizak A.Zh., Maimekov Z.K. Scientific substantiation of the maximum permissible concentration of oil in the soil for the territory of the industrial zone of the Uzen deposit in the Mangistau region. *Chemical journal. Of Kazakhstan*, **2024**, 2, 25-35. DOI: 10.51580/2024-2.2710-1185.18
4. Monitoring and treatment of produced water at the Uzen field. *Bulletin of Kazakhstan's Oil and Gas Industry*. Almaty: KazNTU, **2024**. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi99709>
5. GOST 17.4.3.01–83. Nature protection. Soils. General requirements for sampling. Moscow: Standards Publishing, **1983**, 6. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294849/4294849589.pdf>
6. GOST 17.1.5.05–85. Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling of surface and marine waters. Moscow: Standards Publishing, **1985**, 8. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33684397
7. ISO 9377-2:2000. *Water quality — Determination of hydrocarbon oil index. Part 2: Method using solvent extraction and gas chromatography*. Geneva: ISO, **2000**, 23. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9377:-2:ed-1:v1:en>
8. Petrunin, V. A., Shatalova, T. B. (2010). *Infrared spectroscopy of organic compounds*. Moscow: Nauka, **2010**, 289.
9. 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>
10. Speight J.G. *The Chemistry and Technology of Petroleum. Processes*, **2020**, 953. DOI: 10.1201/b16559
11. Fang Zh., Quan Shi, Germain S.V., Pierre G., Brice B. Fractionation and Characterization of Petroleum Asphaltene: Focus on Metalopetroleomics. *Processes*, **2020**, 8, 32. DOI: 10.3390/pr8111504