

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 MANGYSTAU REGION

E.A.Tusupkaliev ^{1*}, U.Zh.Jussipbekov ¹, M.N.Baiymbetov ¹, Zh.N. Kainarbayeva ¹,
A.Zh.Baizak ¹, Z.K.Maimekov ²

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

²Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The development and operation of an oil field is accompanied by an oil spill and the formation of oil-contaminated soils. The process of natural restoration of oil-contaminated soils is extremely slow. Therefore, among environmental protection measures, the rationing of oil content in soils is extremely important. *The purpose of the work* is to develop a standard for the maximum permissible concentration of oil in the soil for the industrial zone of the Uzen field. *Methods.* The basis for the development of the maximum permissible concentration of oil in the soils of the studied field is the "Methodological recommendations for the hygienic justification of the maximum permissible concentration of chemicals in the soil". The determination of the mass fraction of oil in the studied media was performed by gas-liquid chromatography. The chemical composition of the soil was determined by atomic absorption spectrometry. The determination of the specific activity of radionuclides was carried out by gamma-spectrometric method on the «MKS 01A Multirad» spectrometer. *Results and discussion.* During the work for the field, in accordance with the requirements for substantiating the maximum permissible concentration, an assessment was made on the physico-chemical and biological properties of soils and oils. Based on the experimental data obtained, the maximum permissible concentration of oil in the soil of the industrial zone of the Uzen field at the level of 3 g/kg is justified and reflects the real conditions in which oil intake in the soil will not cause harmful effects on human health and the environment.

Keywords: Monitoring, oil, soil, maximum permissible concentration, biological activity, contaminated soil.

<i>Tusupkaliyev Ersin Adietovich</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences, e-mail: t_ersin@mail.ru</i>
<i>Umirzak Zhumasilovich</i>	<i>Corresponding Member of the NAS RK, Professor, Doctor of Technical Sciences, e-mail: jussipbekov@mai.ru</i>
<i>Dzhussipbekov</i>	<i>of Technical Sciences, e-mail: jussipbekov@mai.ru</i>
<i>Baiymbetov Mizambek Nurbayevich</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences; e-mail: bmizam@mail.ru</i>
<i>Kainarbayeva Zhaniya Nuebekovna</i>	<i>Master, e-mail: zhaniya.kn@gmail.com</i>
<i>Baizak Asel Zheniskyzy</i>	<i>Master, e-mail: asel6.03.78@mail.ru</i>
<i>Maymekov Zarlyk Kaparovich</i>	<i>Doctor of technical sciences, professor, e-mail: zarlyk.maymekov@manas.edu.kg</i>

Citation: Tusupkaliev E.A., Jussipbekov U.Zh., Baiymbetov M.N., Kainarbayeva 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 mangystau region. (Review). *Chem. J. Kaz.*, 2024, 2(86), 25-35. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2024-2.2710-1185.18>

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕФТИ В ПОЧВЕ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А.Тусупкалиев^{1}, У.Ж.Жусипбеков¹, М.Н.Баимбетов¹, Ж.Н.Кайнарбаева¹,
А.Ж.Байзак¹, З.К.Маймеков²*

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

²Кыргызско-Турецкий Университет Манас, Бишкек, Кыргызстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Резюме. *Введение.* Разработка и эксплуатация нефтяного месторождения сопровождается проливом нефти, образованием замазученных грунтов. Процесс естественного восстановления загрязненных нефтью почв осуществляется чрезвычайно медленно. Поэтому в числе природоохранных мероприятий нормирование содержания нефти в почвах является чрезвычайно важным. *Цель работы* – разработка норматива предельно допустимой концентрации (ПДК) нефти в почве для промышленной зоны месторождения Узень. *Методы.* В основу разработки ПДК нефти в почвах исследуемого месторождения взяты «Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве». Определение массовой доли нефти в исследуемых средах выполнялись методом газожидкостной хроматографии. Химический состав почвы определялось методом атомно-адсорбционной спектрометрии. Определение удельной активности радионуклидов проводилось гамма-спектрометрическим методом на спектрометре «МКС 01А «Мультирад». *Результаты и обсуждение.* В ходе работ для месторождения в соответствие с требованиями по обоснованию ПДК дана оценка по физико-химическим и биологическим свойствам почв и нефтей. Исходя из полученных экспериментальных данных, предельно-допустимая концентрация нефти в почве промышленной зоны месторождения Узень на уровне 3 г/кг обоснована и отражает реальные условия, в которых поступление нефти в почве не будет вызывать вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Ключевые слова: Мониторинг, нефть, почва, предельно допустимая концентрация, биологическая активность, замазученный грунт.

<i>Тусупкалиев Ерсин Адиетович</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Жусипбеков Умирзак Жумасилович</i>	<i>Член-корр. НАН РК, профессор, доктор технических наук</i>
<i>Баимбетов Мизамбек Нурбаевич</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Кайнарбаева Жания Нурбековна</i>	<i>Магистр</i>
<i>Байзак Асел Женискызы</i>	<i>Магистр</i>
<i>Маймеков Зарлык Капарович</i>	<i>Доктор технических наук, профессор</i>

1. Введение

Добыча нефти связана с загрязнением окружающей среды рядом органических и неорганических соединений. Недра прикаспийских территории в Атырауской и Мангистауской областях располагают богатейшими запасами залежей нефти, которые расположены на пустынных территориях. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений сопровождается проливом нефти, что приводит к образованию замазученных грунтов. Процесс естественного восстановления загрязненных нефтью почв осуществляется чрезвычайно медленно. Поэтому в числе природоохранных работ нормирование содержания нефти в почвах

является чрезвычайно важным мероприятием. Нормированием нефтепродуктов в почвах и грунтах устанавливается уровень, выше которого почва не может сама справиться с загрязнением, когда ее потенциал самоочищения не работает [1, 2]. Установление допустимых уровней зависит от сочетания многих факторов, таких как климатические условия; тип, состав и свойства почв и грунтов; тип растительности, состав нефти и др.

В связи с этим для разных месторождений и территорий разрабатываются свои нормативы предельно допустимого содержания нефти и нефтепродуктов в почве.

Известны работы по обоснованию предельно допустимых концентраций нефтепродуктов в почве для селитебных, промышленных и сельскохозяйственных территорий [3].

Разработка нормативов допустимого содержания нефти в почве связана с определенными трудностями, которые зависят от индивидуального состава нефти, разноплановой токсичностью её компонентов их одновременного воздействия на почвенные процессы, а также от типа почв. Почвы считаются загрязненными если концентрация в них данных веществ достигает величин, вызывающих негативные сдвиги, с которыми системы почвы справиться не могут самостоятельно [4].

Цель исследований состояла в научном обосновании предельно-допустимой концентрации нефти для почв промышленной зоны месторождения Узень.

2. Экспериментальная часть

В основу разработки ПДК нефти в почвах исследуемого месторождения взяты «Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве».

Для экспериментальных исследований по обоснованию нормативов допустимого содержания нефти в почвах месторождений Жанаозен использованы образцы проб почв и нефти, отобранных как из загрязненной, так и из незагрязненной нефтью территорий.

Согласно методическим рекомендациям подготовка почвенных образцов для экспериментального обоснования ПДК химических веществ в почве, отобранных в промзоне месторождения Узень, проводилась в лабораторных условиях при комнатной температуре +18 - +20 °С на естественном типе почвы, преобладающем в данной местности.

Для постановки лабораторных опытов свежесобранная почва доводилась до воздушно-сухого состояния путем просушивания в помещении в течение 3 - 4 дней при комнатной температуре на рассеянном свете просеивалась через сито с диаметром отверстий 2 - 3 мм.

Методы исследования:

- Определение массовой доли нефти в исследуемых средах выполнялись по методике РД 52.18.647-2003, предназначенной для

использования в лабораториях, выполняющих измерения в области мониторинга загрязнения окружающей среды и количественного химического анализа, используемой для определения уровней загрязнения почв нефтью. Методика позволяет определять массовую долю нефти в почве в диапазоне от 20 до 500 000 мг/кг [5].

- Изучение углеводородного состава нефти в почвенных образцах определяли с помощью газового хроматографа 6890 с масс-селективным детектором фирмы Agilent (США).

- Определение металлов проводилось в соответствии с методикой выполнения измерений содержания элементов в твердых объектах методами спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на атомно-адсорбционном спектрометре (ААС) АА-240 «VarianInc. ScientificInstruments» (Австралия).

- Определение удельной активности и установление основных радионуклидов-излучателей в пробах (тория-232, радия-226 и калия-40) с расчетом удельной эффективной активности ($A_{эфф}$) проводилось гамма-спектрометрическим методом на спектрометре «МКС 01А «Мультирад».

- Определение класса опасности нефти и замазученных грунтов устанавливалось по действующим нормативным документам.

3. Результаты и их обсуждение

Характеристика нефти и почвы изучаемого месторождения. Основными составляющими элементами нефтей являются: углерод 83-87 %, водород 12-14 %, азот, сера, кислород 1-2 % и микроэлементы. При этом, легкую фракцию составляют метановые углеводороды (алканы) с числом углеродных атомов C_5-C_{11} (нормальных алканов 50-70 %). Более высокомолекулярные углеводороды (парафины) $C_{12}-C_{17}$ составляют 15-20 % от нефти. Общее содержание нафтеновых углеводородов в нефти изменяется от 35 до 65 %. Смолы и асфальтены - высокомолекулярные гетероциклические соединения содержат серу, кислород, азот и др. В составе смол, асфальтенов присутствуют твердые вещества, включая токсичные металлы и нетоксичные микроэлементы [6-11].

Сырая нефть отбиралась непосредственно в местах добычи. Нефть месторождения Узень по составу включает в себя около 1000 различных веществ, большая часть которых – углеводороды (90 %) и органические соединения, содержащие кислород, серу, азот и другие элементы. Остальные компоненты нефти включают воду, соли и механические примеси (глину, песок и т.д.) Обычно нефть содержит три вида углеводородов – парафины, циклопарафины (нафтены) и ароматические. Физико-химические свойства нефти месторождения Узень представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики нефти

Показатели	Плотность, кг/м ³	Содержание, в %				
		Асфальте- нов	Смол сернистых	Смол селико- гелевых	Парафина	Серы
Параметры	851.0-864.0	1.7-3.77	18.5	16.6	19.9-21.0	0.18-0.21

Таблица 2 - Алифатические предельные углеводороды ряда метана

Формула	Название	Название радикала	Т плавл. °С	Т кип. °С
СН ₄	метан	метил	-184	-162
С ₂ Н ₆	этан	этил	-172	-88
С ₃ Н ₈	пропан	пропил	-190	-42
С ₄ Н ₁₀	бутан	бутил	-135	-0,5
С ₄ Н ₁₀	изобутан	изобутил	-140	-10
С ₅ Н ₁₂	пентан	пентил	-132	36
С ₅ Н ₁₂	изопентан	изопентил	-161	28
С ₅ Н ₁₂	неопентан	неопентил	-20	10
С ₆ Н ₁₄	гексан	гексил	-94	69
С ₇ Н ₁₆	гептан	гептил	-90	98
С ₁₀ Н ₂₂	декан	децил	-30	174
С ₁₅ Н ₃₂	пентадекан		10	271
С ₂₀ Н ₄₂	эйкозан		37	348

Выход бензиновых фракций Жанаозенской нефти составляет 8-23% и выкипают при температуре от 60 до 140 °С. Содержание ароматических углеводородов (бензола и толуола) невысокое. Наличие летучих токсичных предельных алифатических углеводородов (алканов) может представлять наибольший интерес для гигиенического нормирования нефти в почве (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, летучие фракции нефти представлены углеводородами С₁-С₆, которые легко испаряются из нефти в процессе доставки и хранения образцов, а также из загрязненной ею почвы. Фракции углеводородов С₆-С₁₀ относятся к более устойчивым в нефти, а гексан перспективнее других в нормировании нефти в почве [12].

Исследование состава почвы. Пробы почв, поступившие для экспериментальных исследований с месторождения Узень серо-бурые, песчаные. Почвы характеризовались малым содержанием органических веществ (до 0,5 % гумуса).

Влажность проб почвы составляла 15%. Реакция серо-бурой почвы щелочная.

Исследования по оценке качественного и количественного содержания минеральной части изучаемых проб почвы находится в пределах 2%, остальное количество составляет твердый остаток.

Результаты спектрального анализа образцов почвы представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты спектрального анализа твердого остатка почв

	Исследуемые компоненты	Содержание в мг/кг	ПДК в почве, мг/кг
1.	SiO₂*	33.0	
2.	Al ₂ O ₃	8.80	
3.	Fe₂O₃	4.65	
4.	CaO	2.96	
5.	MgO	1.96	
6.	Na ₂ O	2.63	
7.	K₂O	2.41	
8.	CrO	0.0083	6.0
9.	P₂O₅	0.10	
10.	Mn	0.08	1500
11.	Cu	0.0013	3.0
12.	Ti	0.45	
13.	Mo	0.0006	
14.	Ni	0.0035	5.0
15.	V	0.00007	150

Примечание: *Жирным шрифтом выделены превышения ПДК в почве. Элементы Pb, Sc, Zr, Sn, Ag, не обнаружены

Как видно из таблицы, треть удельного веса твердого остатка пробы песка представлена оксидом кремния, отмечается присутствие металлов различных групп, среди которых можно выделить оксиды железа, металлы щелочной и щелочноземельной группы.

Результаты определения радиоактивности образцов почвы месторождения Узень. Учитывая что промзона месторождения Узень соседствует с разработками урановых месторождений, произведено определение удельной активности и основных радионуклидов-излучателей в пробах (тория - 232, радия - 226 и калия - 40) с расчетом удельной эффективной активности ($A_{эфф}$) гамма-спектрометрическим методом на спектрометре «МКС 01А «Мультирад». По данной методике определяется значение удельной или объемной активности гамма-излучающих радионуклидов, и оценка неопределенности каждого измерения. По содержанию удельной активности каждого элемента определялась суммарная эффективная активность замазученного грунта в сравнении и с естественным активностью естественных радионуклидов (тория-232, радия-226 и калия-40) составляя 96 ± 18 Беккерель/кг (далее – Бк/кг). Показатели (таблица 4) не превышали допустимых уровней (не более 370 Бк/кг), установленных санитарными правилами [2]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследованные продукты не представляют осложнений для нормирования нефти в почве [13].

Таблица 4 – Результаты радиологических исследований

Наименование пробы	Удельная активность, Бк/кг/л			Эффективная активность, Бк/кг/л
	Th-232	Ra-226	K-40	
Пробы почвы	26.4±7.6	48.6 ± 19	45.8±69.6	96±18.0

Изучение биологической активности почвы месторождения Узень после ее загрязнения нефтью. Биотестирование проведено на пшенице и редисе. Для проращивания семян пшеницы использовалась незагрязненная почва, отобранная на исследуемых месторождениях нефти. Опыты закладываются в чашках Петри, заполненных 50 г почвы, доведенной до полной влагоемкости.

Перед посевом в каждую чашку, заполненную почвой, вносили нефть в дозах 0.05 г/50 г (1.0 г/кг), 0.12 г/50 г (3 г/кг) и 0.5 г/50 г (10 г/кг). При концентрации нефти в почве, равной 1,0 г процент всхожести на седьмой день опыта составил 80% (из двадцати семян пшеницы проросло 18), при концентрации 3.0 г/кг - 95% (проросло 19 семян), при концентрации 10.0 г/кг – 80.0% (проросло 18 семян), в незагрязненной почве - 19 (95 %). Таким образом, загрязнение почвы нефтью в дозах от 1 до 10 г/кг не вызвало изменений в прорастании семян.

Длина проростков семян редиса при посеве в почву, загрязненную нефтью в дозах 1.5 и 10 г/кг, через два месяца во всех вариантах отличается незначительно. Масса растений по вариантам составила 0.46, 0.42 и 0.21 г, соответственно (таблица 5 и рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что первые две дозы не вызвали изменений в развитии культуры, тогда как при дозе равной 10.0 г/кг, оно затормозилось вдвое. Таким образом, токсичность почвы, загрязненной нефтью, не проявилась при посеве семян пшеницы и действующей оказалась в опыте с редисом при нагрузке 10.0 г/кг.

Таблица 5 – Прорастание семян редиса в испытуемых образцах почвы месторождения Узень

Варианты	Всхожесть, %	Средняя длина стебля, см	Средняя длина корня, см	Средняя масса растений, г
Узень (1,0 г/кг)	80.0	3.5±0.5	9.8±1.7	0.46±0.02
Узень (3,0 г/кг)	95.0	3.1±1.0	9.3±1.1	0.42±0.03
Узень (10,0 г/кг)	80.0	3.0±0.4	8.4±1.2	0.21±0.08



Рисунок 1 - Ростки семян редиса на почве м/р Узень через 2-х месяца после внесения нефти в различных концентрациях.

4. Заключение

При определении допустимой концентрации нефти в почве по общесанитарному (биологическая активность почвы) показателю принимается такое значение содержания вещества в почве, при котором биологические изменения под влиянием нефти не превышает допустимых значений.

На основании интегральной оценки полученных экспериментальных данных, с учетом свойств нефти и почвы месторождения, гигиенической значимости обнаруженных изменений в качестве ПДК нефти в почве по минимальному общесанитарному (биологическому) показателю вредности рекомендуется величина 3 г/кг.

Финансирование работы: Работа выполнена в Институте химических наук им. А.Б. Бекутрова по программе целевого финансирования научных исследований на 2022–2024 годы, осуществляемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, по проекту № BR18574042 «Инновационные методы синтеза и технологии получения функциональных неорганических и органических веществ и материалов из природного и техногенного сырья» по программе целевого финансирования.

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

МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ӨЗЕН КЕН ОРНЫНЫҢ ИНДУСТРИАЛДЫ АЙМАҒЫНЫҢ АУМАҒЫ ҮШІН ТОПЫРАҚТАҒЫ МҰНАЙДЫҢ ШЕКТІ РҰҚСАТ ЕТІЛГЕН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕМЕСІ

Е.А.Тусупкалиев^{1*}, У.Ж.Жусипбеков¹, М.Н.Баимбетов¹, Ж.Н.Кайнарбаева¹,
А.Ж.Байзақ¹, З.К.Маймекөв²

¹Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан

²Қырғыз-Түрік университеті Манас, Бішкек, Қырғызстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Түйіндемe. *Кіріспе.* Мұнай кен орнын игеру және пайдалану мұнайдың төгілуімен және мұнаймен ластанған топырақтардың пайда болуымен бірге жүреді. Мұнаймен ластанған топырақтың табиғи қалпына келу процесі өте баяу жүреді. Сондықтан табиғатты қорғау шараларының ішінде топырақтағы мұнай құрамын реттеу аса маңызды болып табылады. *Жұмыстың мақсаты* – Өзен кен орнының өнеркәсіптік аймағы үшін топырақтағы мұнайдың шекті рұқсат етілген

концентрациясының нормативін әзірлеу. *Әдістері*. Зерттелетін кен орнының топырақтарында мұнайдың шекті рұқсат етілген концентрациясын әзірлеу «Топырақтағы химиялық заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясын гигиеналық негіздеу бойынша әдістемелік ұсыныстар» негізінде жүзеге асырылады. Зерттелетін ортадағы мұнайдың массалық үлесін анықтау газ-сұйықтық хроматографиясы арқылы жүргізілді. Топырақтың химиялық құрамы атомдық адсорбциялық спектрометрия арқылы анықталды. Радионуклидтердің меншікті белсенділігі «МКС 01А «Мультирад» спектрометрінде гамма-спектрометрлік әдіспен анықталды. *Нәтижелер мен пікірталас*. Кен орны үшін жұмыстарды жүргізу кезінде шекті рұқсат етілген концентрацияны негіздеу талаптарына сәйкес топырақ пен мұнайдың физика-химиялық және биологиялық қасиеттеріне баға берілді. Алынған эксперименттік деректерге сүйене отырып, Өзен кен орнының өнеркәсіптік аймағының топырағындағы мұнайдың шекті рұқсат етілген концентрациясы 3 г/кг деңгейінде негізделген және топыраққа мұнайдың түсуі адам денсаулығы мен қоршаған ортаға зияны әсер етпейтін нақты жағдайларды көрсетеді.

Негізгі сөздер: Мониторинг, мұнай, топырақ, шекті рұқсат етілген концентрация, биологиялық белсенділік, мұнаймен ластанған топырақ.

<i>Тусупкалиев Ерсин Адиетович</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Жусипбеков Умирзак Жумасилович</i>	<i>ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, профессор, техника ғылымдарының докторы</i>
<i>Баимбетов Мизамбек Нурбаевич</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Кайнарбаева Жания Нурбековна</i>	<i>Магистр</i>
<i>Байзақ Әсел Жәнісқызы</i>	<i>Магистр</i>
<i>Маймекөв Зарлық Капарович</i>	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>

Список литературы:

- Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф. и др. *Особенности накопления и трансформации нефтепродуктов в почвах*. Волгоград, Волгоградский ГАУ, **2015**, 104 с. https://www.studmed.ru/okolelova-a-a-zheltoobryuhov-v-f-i-dr-osobennosti-nakopleniya-i-transformacii-nefteproduktov-v-pochvah_06e578e58b4.html (Дата обращения 22.04.2024).
- Вансович О. С. Оценка уровня нефтяного загрязнения почв при экологическом нормировании. *Автореферат дис. канд. биол. наук*. Москва, **2009**, 28 с. <https://www.disserscat.com/content/otsenka-urovnya-neftyanogo-zagryazneniya-pochv-pri-ekologicheskom-normirovanii/read> (Дата обращения 22.04.2024).
- Рубин В.М., Ильюкова И.И., Кремко Л.М. и др. Гигиеническое обоснование нормативов ПДК нефтепродуктов в почвах Республики Беларусь. *Гигиена и санитария*, **2013**, No. 2, 99-101. <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskoe-obosnovanie-normativov-pdk-nefteproduktov-v-pochvah-respubliki-belarus/viewer> (Дата обращения 22.04.2024).
- Шагидуллин Р.Р., Латыпова В.З., Иванов Л.В., Петров А.М., Шагидуллина Р.А., Тарасов О.Ю. Нормирование допустимого остаточного содержания нефти и продуктов её трансформации в почвах. *Научно-технический журнал ГЕОРЕСУРСЫ*, **2011**, 41, No. 5, 2-5. <https://cyberleninka.ru/article/n/normirovanie-dopustimogo-ostatocznogo-soderzhaniya-nefti-i-produktov-ee-transformatsii-v-pochvah/viewer> (Дата обращения 22.04.2024).
- Методические указания РД 52.18.647-2003. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293735/4293735154.pdf> (Дата обращения 22.04.2024).
- Батырбаев М.Д., Кадет В.В. *Современный этап разработки нефтяных месторождений Западного Казахстана. Проблемы и решения*. Москва, ОАО «ВНИИОЭНГ», **2006**, 377 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002963121/ (Дата обращения 22.04.2024).
- Марабаев Н.А., Атчибаев А., Адаев Ж. и др. *Нефтяная энциклопедия Казахстана*. Издательство: Жолдас и К, **1999**, 1227с.
- Калешева Г. Е. Развитие технологии добычи высоковязкой нефти на месторождении Каражанбас. *Молодой ученый*, **2015**, No. 9, 446-451.

<https://moluch.ru/archive/89/17561/> (Дата обращения 22.04.2024).

9. Айтқұлов А. У. *Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождений*. Москва: ВНИИОЭНГ, **2000**, 273 с. <https://e.twirpx.link/file/2063948/> (Дата обращения 22.04.2024).

10. Батманов К. Б. Исследование асфальтосмолопарафиновых отложений месторождения Каражанбас. *Электр. науч. жур. «Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем»*, **2008**, No. 6, 1–8. (Дата обращения 22.04.2024).

11. Акжигитов А.Ш., Бисенова Т.М., Калиманов А.К. Нефти Западного Казахстана как сырье для производства масел. *Труды БГТУ, Химия, технология органических веществ, материалов и изделий*, **2014**, No. 4, 9-12. <https://cyberleninka.ru/article/n/nefti-zapadnogo-kazahstana-kak-syrye-dlya-proizvodstva-masel/viewer> (Дата обращения 22.04.2024).

12. Кадирбеков К.А. Создание конструкции аппарата для снижения вязкости высокопарафинистых и высокосмолистых нефтей, транспортируемых по магистральному трубопроводу Узень-Атырау-Самара. Отчет по теме НИР, **2013**, 30 с.

13. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 26 июня 2019 года № ҚР ДСМ-97. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности».

References

1. Okolelova A.A., Zheltobryukhov V.F., etc. *Osobennosti nakopleniya i transformatsii nefteproduktov v pochvah* [Features of accumulation and transformation of petroleum products in soils]. Volgograd, Volgograd State Agrarian University, **2015**, 104 p. (In Russ.). Available at: https://www.studmed.ru/okolelova-a-a-zheltobryukhov-v-f-i-dr-osobennosti-nakopleniya-i-transformatsii-nefteproduktov-v-pochvah_06e578e58b4.html (Accessed 22 April 2024).

2. Vansovich O. S. *Otsenka urovnya neftyanogo zagryazneniya pochv pri ekologicheskom normirovanii*. Avtoreferat dis. kand. biol. nauk. [Assessment of the level of oil pollution of soils during environmental rationing. Abstract of the dissertation of the candidate. biol. Sciences]. Moscow, **2009**, 28 p. (In Russ.). Available at: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-urovnya-nefyanogo-zagryazneniya-pochv-pri-ekologicheskom-normirovanii/read> (Accessed 22 April 2024).

3. Rubin V.M., Ilyukova I.I., Kremko L.M., etc. *Gigienicheskoe obosnovanie normativov PDK nefteproduktov v pochvah Respubliki Belarus*. *Gigiena i sanitariya* [Hygienic justification of the MPC standards for petroleum products in the soils of the Republic of Belarus. Hygiene and Sanitation], **2013**, No. 2, 99-101. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskoe-obosnovanie-normativov-pdk-nefteproduktov-v-pochvah-respubliki-belarus/viewer> (Accessed 22 April 2024).

4. Shagidullin R.R., Latypova V.Z., Ivanov L.V., Petrov A.M., Shagidullina R.A., Tarasov O.Yu. Normirovanie dopustimogo ostatochnogo soderjaniya nefi i produktov ee transformatsii v pochvah. *Nauchno tehnikeskii jurnal GEORESURSY* [Standardization of permissible residual content of oil and its transformation products in soils. *Scientific and technical journal GEORESURSY*], **2011**, 41, No. 5, 2-5. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/normirovanie-dopustimogo-ostatochnogo-soderzhaniya-nefti-i-produktov-ee-transformatsii-v-pochvah/viewer> (Accessed 22 April 2024).

5. Metodicheskie ukazaniya RD 52.18.647-2003. *Opreделение massovoi doli nefteproduktov v pochvah* [Guidelines RD 52.18.647-2003. Determination of the mass fraction of petroleum products in soils]. (In Russ.). Available at: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293735/4293735154.pdf> (Accessed 22 April 2024).

6. Bатырбайев М.Д., Кадет В.В. *Sovremenniy etap razrabotki neftyanyh mestorojdenii Zapadnogo Kazahstana. Problemy i resheniya* [The modern stage of development of oil fields in Western Kazakhstan. Problems and solutions]. Moscow, JSC "VNIIOENG", **2006**, 377 p. (In Russ.). Available at: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002963121/ (Accessed 22 April 2024).

7. Marabaev N.A., Atchibaev A., Adaev J. and others. *Petroleum Encyclopedia of Kazakhstan*. Publisher: Zholdas and K, **1999**, 1227 p.

8. Kalisheva G. E. *Razvitiye tehnologii dobychi vysokovязkoi nefi na mestorojdenii Karajanbas. Molodoi uchenyi* [Development of high-viscosity oil production technology at the Karazhanbas field. Young Scientist], **2015**, No. 9, 446-451. (In Russ.). Available at: <https://moluch.ru/archive/89/17561/> (Accessed 22 April 2024).

9. Айтқұлов А. У. *Povyshenie effektivnosti protsesssa regulirovaniya razrabotki neftyanyh mestorojdenii* [Improving the efficiency of the process of regulating the development of oil fields].

Moscow: VNIIOENG, **2000**, 273 p. (In Russ.). Available at: <https://e.twirpx.link/file/2063948/> (Accessed 22 April 2024).

10. Batmanov K. B. Issledovanie asfaltosmoloparafinovyh otlojenii mestorojdeniya Karajanbas. *Elektr. nauch. jur. «Fiziko-himicheskii analiz svoystv mnogokomponentnyh sistem»* [Investigation of asphalt-resin-paraffin deposits of the Karazhanbas deposit. Electronic scientific journal. "Physico-chemical analysis of the properties of multicomponent systems"], **2008**, No. 6, 1-8. (In Russ.).

11. Akzhigitov A.Sh., Bisenova T.M., Kalimanov A.K. Nefti Zapadnogo Kazahstana kak syre dlya proizvodstva masel. *Trudy BGTU, Himiya, tehnologiya organicheskikh veshchestv, materialov i izdelii* [The oil of Western Kazakhstan as a raw material for the production of oils. Proceedings of BSTU, Chemistry, Technology of organic substances, materials and products], **2014**, No. 4, 9-12. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/nefti-zapadnogo-kazahstana-kak-syrie-dlya-proizvodstva-masel/viewer> (Accessed 22 April 2024).

12. Kadirbekov K.A. Sozdanie konstruktsii apparata dlya snijeniya vyazkosti vysokoparafinistyh i vysokosmolistyh neftei, transportiruemyh po magistralnomu truboprovodu Uzen-Atyrau-Samara. Otchet po teme NĪR [Creation of a device design for reducing the viscosity of high-paraffin and high-tar oils transported via the Uzen-Atyrau-Samara main pipeline. Research report], **2013**, 30 p. (In Russ.).

13. Prikaz Ministra zdavoohraneniya Respubliki Kazahstan ot 26 iyunya 2019 goda № QR DSM-97. Sanitarnye pravila «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k obespecheniyu radiatsionnoi bezopasnosti» [Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated June 26, 2019 No. KR TSM-97. Sanitary rules "Sanitary and epidemiological requirements for radiation safety"]. (In Russ.)