



МРНТИ: 06.71.07, 31.15.15

<https://doi.org/10.32523/2789-4320-2026-1-102-118>

Научная статья

Ресурсосбережение и вторичное использование нефтеотходов как элементы циркулярной экономики в нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан

Д.Е. Сатенова*¹, Б.К. Исаева², П.В. Терелянский³

^{1,2} Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

³ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

(E-mail: ¹sdina.lady@mail.ru, ²b.isayeva_78@mail.ru, ³tereliansky@mail.ru)

Аннотация. Целью исследования является обоснование значимости ресурсосбережения и вторичного использования нефтеотходов в нефтяной отрасли Республики Казахстан в контексте внедрения принципов циркулярной экономики. Методологическую основу исследования составляют методы системного, структурно-динамического и сравнительного анализа, а также экономико-математические методы расчета удельных и относительных показателей ресурсной эффективности и кейс-метод анализа практики переработки нефтесодержащих отходов. Эмпирическую базу исследования образуют официальные статистические и ведомственные данные уполномоченных государственных органов и корпоративная отчетность нефтегазовых компаний.

Результаты исследования подтверждают, что интеграция принципов циркулярной экономики в систему управления нефтеотходами способствует снижению объемов захоронения отходов, повышению ресурсной эффективности и экологической устойчивости нефтяной отрасли. Сформулирован вывод о целесообразности перехода от линейной модели обращения с нефтеотходами к циркулярной системе, ориентированной на вовлечение нефтесодержащих отходов во вторичный хозяйственный оборот и повышение устойчивости развития нефтегазового комплекса Республики Казахстан.

Ключевые слова: циркулярная экономика, нефтеотходы, нефтешламы, нефтяная отрасль, переработка отходов, ресурсная эффективность, экологическое регулирование, устойчивое развитие.

Received 29.12.2025. Revised 15.02.2026. Accepted 25.02.2026. Available online 30.03.2026

Введение

В условиях усиления глобальных экологических и ресурсных ограничений нефтяная отрасль сталкивается с необходимостью переосмысления традиционных моделей использования сырьевых и материальных ресурсов. Рост требований к экологической ответственности, ужесточение нормативного регулирования и повышение затрат на утилизацию отходов обуславливают актуальность перехода от линейных производственных моделей к более устойчивым и ресурсосберегающим подходам. В этом контексте особое значение приобретает концепция циркулярной экономики, ориентированная на сокращение отходов образования и вовлечение вторичных ресурсов в хозяйственный оборот.

Нефтяная и нефтеперерабатывающая отрасли Республики Казахстан играют системообразующую роль в национальной экономике, обеспечивая энергетическую безопасность страны и формируя значительную долю промышленного производства. Вместе с тем высокий уровень добычи и переработки углеводородного сырья сопровождается образованием значительных объемов нефтеотходов, включая нефтешламы, буровые отходы, отработанные масла и нефтесодержащие сточные воды. Данные виды отходов характеризуются повышенной экологической опасностью и требуют значительных затрат на их обращение и размещение.

Несмотря на то, что нефтеотходы составляют незначительную долю в общем объеме промышленных отходов, их воздействие на окружающую среду является непропорционально высоким. Загрязнение почв и водных ресурсов, накопление исторического экологического ущерба и риски вторичного загрязнения обуславливают необходимость приоритетного внимания к вопросам управления нефтесодержащими отходами. В условиях ограниченности природных ресурсов данные отходы одновременно представляют собой потенциальный вторичный ресурс, вовлечение которого в хозяйственный оборот способно обеспечить как экологический, так и экономический эффект.

Введение Экологического кодекса Республики Казахстан в 2021 году стало важным этапом институциональной трансформации системы обращения с отходами, усилив требования к переработке, ограничив практику их накопления и захоронения, а также стимулировав внедрение ресурсосберегающих технологий. В этих условиях актуализируется необходимость экономической оценки процессов образования и переработки нефтеотходов, а также анализа их влияния на ресурсную эффективность нефтяной отрасли.

Вместе с тем в отечественной научной и прикладной практике вопросы управления нефтеотходами преимущественно рассматриваются с экологических и технологических позиций, тогда как их экономический потенциал в рамках циркулярной модели остается недостаточно систематизированным. В частности, ограниченно представлены количественные оценки, позволяющие сопоставить объемы переработки нефтеотходов с результатами повышения ресурсной эффективности и снижения экологической нагрузки.

В этой связи целью настоящего исследования является анализ процессов образования и переработки нефтеотходов в нефтяной отрасли Республики Казахстан и обоснование экономической целесообразности их вторичного использования в контексте принципов циркулярной экономики. Для достижения поставленной цели в статье рассматриваются динамика образования нефтеотходов, институциональные условия их регулирования, а также применяются расчетные показатели, позволяющие оценить ресурсную эффективность и практические результаты внедрения циркулярных решений.

Обзор литературы

Развитие современных подходов к устойчивому промышленному развитию и ресурсосбережению в Республике Казахстан в последние годы получает институциональное закрепление на уровне стратегических и программных документов государственного значения. В Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана подчеркивается необходимость внедрения цифровых и интеллектуальных технологий как основы повышения эффективности использования ресурсов и модернизации базовых отраслей экономики, включая топливно-энергетический комплекс. Данные положения формируют концептуальные и методологические предпосылки для трансформации ресурсно- и энергоемких отраслей в направлении устойчивого развития и повышения их экономической результативности (Послание, 2025).

Стратегические ориентиры развития нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан закреплены в Концепции развития нефтеперерабатывающей отрасли на 2025–2040 годы, в которой приоритетное значение придается углублению переработки нефти, повышению технологического уровня производства и снижению экологической нагрузки. Реализация указанных направлений предполагает переход от преимущественно экстенсивной модели функционирования отрасли к более эффективной, основанной на рациональном использовании углеводородного сырья и вовлечении вторичных ресурсов в хозяйственный оборот (Постановление Правительства Республики Казахстан, 2025).

Нормативно-правовую основу внедрения ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий формируют положения Экологического кодекса Республики Казахстан (2021).

Важную роль в формировании отраслевых ориентиров устойчивого развития играют аналитические материалы экспертных и отраслевых организаций, где подчеркивается значительный потенциал повышения эффективности нефтеперерабатывающего сектора за счет внедрения современных технологических решений, цифровизации производственных процессов и применения принципов циркулярной экономики (*Kazakhstan Energy Outlook, 2025; БНС АСПуР РК, 2025; НК «КазМунайГаз», 2025*).

Развитие концепции циркулярной экономики на международном уровне отражено в докладах Программы ООН по окружающей среде, Всемирного банка и Международного энергетического агентства, в которых циркулярная экономика рассматривается как системный инструмент повышения ресурсной продуктивности, сокращения отходов образования и обеспечения устойчивости промышленного развития. Аналитические материалы ОПЕК подчеркивают необходимость интеграции циркулярных принципов в энергоемкие отрасли, включая нефтепереработку, с целью повышения эффективности использования вторичных ресурсов (UNEP, 2021; World Bank, 2021; IEA, 2022; ОПЕС, 2023).

В научных публикациях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, циркулярная экономика в нефтеперерабатывающей отрасли рассматривается преимущественно в контексте управления нефтеотходами, регенерации побочных продуктов и их энергетической утилизации. В работах Jagaba et al. (2023) показано, что нефтешламы при применении современных технологий переработки могут рассматриваться как экономически значимый вторичный ресурс, обеспечивающий снижение затрат на утилизацию и формирование дополнительного экономического эффекта. Аналогичные выводы представлены в исследованиях Pinto et al. (2023), где подчеркивается

роль когенерационных технологий и энергетического использования отходов как ключевых элементов циркулярной модели нефтепереработки.

Отдельное направление исследований посвящено институциональным и регуляторным аспектам внедрения циркулярной экономики. В докладах OECD (2022) и Европейской комиссии (2020) подчеркивается, что эффективность циркулярных решений во многом определяется качеством государственной политики, наличием экономических стимулов и уровнем развития отраслевой инфраструктуры, а также координацией действий государства и бизнеса.

В научной литературе циркулярная экономика рассматривается как теоретико-методологическая основа трансформации промышленного развития, предполагающая повышение эффективности использования ресурсов за счет их повторного вовлечения в хозяйственный оборот. В исследованиях Е.А. Ильиной (2022) циркулярная экономика представлена как система концептуальных подходов и управленческих механизмов, ориентированных на повышение ресурсной эффективности и снижение экологической нагрузки на промышленное производство, при этом подчеркивается необходимость институциональной поддержки и адаптации отраслевых механизмов регулирования.

В прикладных экономических исследованиях показана экономическая целесообразность внедрения технологий вторичной переработки отходов в нефтегазовом секторе. Так, в диссертационной работе А.П. Лебедева (2024) обоснована эффективность переработки бурового шлама как инструмента повышения ресурсной эффективности и снижения экологической нагрузки в нефтегазовой отрасли.

В казахстанском контексте исследования С. М. Егембердиевой (2010) и У. Ж. Шалболовой (2018) подчеркивают необходимость диверсификации нефтегазового сектора, углубления нефтепереработки и развития нефтехимических производств как условий повышения эффективности использования углеводородного сырья и формирования продукции с высокой добавленной стоимостью; данные подходы концептуально соотносятся с принципами ресурсосбережения и циркулярной экономики и находят отражение в исследованиях, посвященных экологизации промышленного производства и внедрению ресурсосберегающих технологий, где подчеркивается необходимость комплексного подхода к управлению промышленными отходами и оценке экономических последствий их вторичного использования (Satenova et al., 2020).

Таким образом, анализ литературы показывает, что при значительном развитии теоретических и прикладных аспектов циркулярной экономики в международной и отечественной научной практике остается недостаточно изученной комплексная оценка экономических эффектов вторичного использования нефтеотходов применительно к условиям нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан, что и определяет актуальность настоящего исследования.

Методы исследования

Методологической основой исследования послужили положения теории устойчивого развития и концепции циркулярной экономики, рассматривающие обращение с отходами как элемент замкнутых материальных потоков и инструмент повышения ресурсной и экологической эффективности промышленного производства. В рамках данного подхода нефтеотходы рассматриваются не только как источник экологических рисков, но и как потенциальный вторичный ресурс, вовлекаемый в хозяйственный оборот.

В ходе исследования использован комплекс общенаучных, экономико-аналитических и прикладных методов, обеспечивающих системный и количественно обоснованный

анализ процессов образования, переработки и регулирования нефтеотходов в нефтяной отрасли Республики Казахстан.

В качестве базового применялся метод системного анализа, позволивший рассмотреть систему управления промышленными отходами как совокупность взаимосвязанных институциональных, производственных и экологических элементов, а также определить место нефтеотходов в структуре общего объема промышленных отходов страны. Данный метод использовался при анализе отраслевой структуры отходов, институциональной среды и регуляторных механизмов.

Для выявления особенностей и тенденций развития применялся метод структурно-динамического анализа, на основе которого была исследована динамика добычи и переработки нефти, объемов образования, переработки и захоронения нефтеотходов в 2020–2024 гг., а также изменения их удельных показателей под влиянием экологического регулирования.

С целью сопоставления национальных и отраслевых практик использовался метод сравнительного анализа, позволивший соотнести масштабы образования нефтеотходов с общим объемом промышленных отходов, а также оценить изменение доли переработки до и после введения Экологического кодекса Республики Казахстан.

Для количественной оценки ресурсной эффективности применялись экономико-математические методы, включая расчет удельных и относительных показателей. В частности, в исследовании использован показатель объема нефтеотходов на 1 млн тонн переработанной нефти, рассчитываемый по формуле:

$$K_{(н/о)} = \frac{W_n}{Q_{пер}} \quad (1),$$

где

$K_{н/о}$ — удельный объем нефтеотходов, тыс. т на 1 млн т переработанной нефти;

W_n — объем образования нефтеотходов, млн т;

$Q_{пер}$ — объем переработки нефти, млн т.

Для более комплексной количественной оценки экологической и ресурсной результативности применялись дополнительные относительные показатели, отражающие интенсивность образования и направления обращения с нефтеотходами. В частности, рассчитывалась доля нефтеотходов в объеме переработки нефти, позволяющая определить уровень отходообразования на единицу переработанного сырья:

$$D = WP \times 100 \quad (2),$$

где

D — доля нефтеотходов в объеме переработки, %;

W — объем образования нефтеотходов, млн т;

P — объем переработки нефти, млн т.

Данный показатель используется для оценки динамики ресурсной эффективности производственного процесса и выявления тенденций изменения технологической нагрузки на окружающую среду.

С целью анализа направлений обращения с отходами дополнительно рассчитывался коэффициент захоронения нефтеотходов, характеризующий степень их окончательного размещения без вовлечения во вторичный оборот:

$$K_3 = ZW \times 100 \quad (3),$$

где

K_3 — коэффициент захоронения нефтеотходов, %;

Z — объем захороненных (накопленных) нефтеотходов, млн т;

W — общий объем образованных нефтеотходов, млн т.

Указанный коэффициент позволяет оценить уровень реализации принципов циркулярной экономики в части сокращения объемов окончательного размещения отходов и расширения их переработки либо повторного использования.

Дополнительно применялся коэффициент извлечения нефти из нефтешламов, позволяющий количественно оценить эффективность технологий переработки нефтесодержащих отходов. Расчет данного показателя осуществлялся по формуле:

$$K_{\text{извл}} = \frac{V_{\text{нефть}}}{V_{\text{нефтешлам}}} \quad (4),$$

где

$K_{\text{извл}}$ — коэффициент извлечения нефти;

$V_{\text{нефть}}$ — объем полученной очищенной нефти, м³;

$V_{\text{нефтешлам}}$ — объем переработанного нефтешлама, м³.

Комплексное применение системного, структурно-динамического, сравнительного и экономико-математического методов обеспечило формирование целостной аналитической модели исследования, позволяющей не только выявить количественные параметры образования и переработки нефтеотходов, но и оценить институциональные и регуляторные факторы, влияющие на эффективность управления отходами в нефтяной отрасли Республики Казахстан.

Применение указанных показателей позволило формализовать эффективность переработки нефтеотходов и использовать их в качестве инструментов аналитической и аудиторской оценки результативности внедрения принципов циркулярной экономики в нефтяной отрасли.

Эмпирической базой исследования послужили официальные статистические и ведомственные данные Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, Министерства энергетики Республики Казахстан, Бюро национальной статистики, а также корпоративная отчетность крупнейших нефтегазовых компаний и специализированных операторов по переработке нефтеотходов. Дополнительно использованы материалы официальных публикаций Правительства Республики Казахстан и нормативно-правовые акты в сфере экологического регулирования.

Для анализа практической реализации принципов циркулярной экономики применялся кейс-метод, реализованный на примере деятельности предприятия по переработке нефтешламов. Это позволило увязать макроуровневые статистические тенденции с микроуровневыми результатами внедрения конкретных технологических решений.

В целях обеспечения корректности интерпретации результатов использовался метод экспертной интерпретации, позволяющий учитывать институциональные ограничения, неполноту официальной статистики и различия в классификации отходов.

Таким образом, примененный методический инструментарий обеспечил комплексный анализ процессов образования и переработки нефтеотходов, позволил выявить институциональные и экономические факторы их регулирования, а также сформировать

обоснованные выводы и практические рекомендации в контексте внедрения принципов циркулярной экономики в нефтяной отрасли Республики Казахстан.

Результаты и обсуждение

Анализ системы управления промышленными отходами в Республике Казахстан показывает, что проблема обращения с отходами носит системный и макроэкономический характер. По данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, в стране ежегодно образуется порядка 1 млрд тонн промышленных отходов, при этом их структура отличается высокой отраслевой концентрацией (МЭИП РК, 2022–2024). Доминирующее положение занимает горнодобывающая промышленность и разработка карьеров, на долю которых приходится около 70 % общего объема отходов, тогда как обрабатывающая промышленность формирует 15,8 %, а сектор снабжения электричеством, паром и газом — около 2 % (МЭИП РК, 2022–2024). Отраслевая структура образования промышленных отходов, а также место нефтеотходов в их общем объеме представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структура образования промышленных отходов в Республике Казахстан

Сектор экономики	Доля в общем объеме, %	Оценочный объем отходов, млн т/год	Характеристика отходов
Горнодобывающая промышленность и карьеры	70,0	≈700	Вскрышные породы, хвосты обогащения
Обрабатывающая промышленность (всего)	15,8	≈158	Металлургические, химические, нефтеперерабатывающие
в т.ч. нефтедобыча и нефтепереработка	0,04–0,05	0,35–0,45	Нефтешламы, буровые отходы
Снабжение электричеством, паром и газом	2,0	≈20	Золы и шлаки
Прочие отрасли	12,2	≈122	Смешанные промышленные отходы
Итого	100	≈1 000	—

Примечание: составлено авторами на основе источников (МЭИП РК, 2022–2024).

Несмотря на то, что нефтеотходы формируют менее 0,1 % от общего объема промышленных отходов, их экологическая значимость является непропорционально высокой. Это связано с высокой токсичностью нефтесодержащих отходов, длительным периодом деградации и рисками загрязнения почв и водных ресурсов, что делает их приоритетным объектом государственного регулирования (МЭИП РК, 2022–2024).

По оценкам Министерства энергетики Республики Казахстан, общие геологические запасы нефти в стране составляют порядка 13,2 млрд тонн, при этом объем извлекаемых запасов оценивается в 3,3 млрд тонн, что определяет стратегическую значимость нефтяного сектора для экономики Республики Казахстан (МЭ РК, 2020–2024).

В процессе добычи и переработки нефти формируются значительные объемы нефтесодержащих отходов. Так, в 2021 году из общего объема образованных нефтешламов 118

тыс. тонн были переработаны и повторно использованы, а 208 тыс. тонн прочих отходов нефтепереработки были обезврежены и вовлечены во вторичный хозяйственный оборот (МЭ РК, 2020–2024).

Пространственное распределение нефтеотходов характеризуется высокой концентрацией в отдельных регионах страны. Основная масса отходов формируется в Мангистауской области (42 %), Кызылординской области (26,7 тыс. тонн, или 14 %), а также Западно-Казахстанской области (около 5 тыс. тонн, или 2 %), что отражает региональную специфику размещения нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих объектов (БНС АСПиР РК, 2025).

Структурный анализ состава отходов нефтепереработки показывает, что наибольшую долю в общем объеме образующихся отходов занимают донные нефтешламы (119,4 тыс. тонн) и шламы, образующиеся в процессе очистки сточных вод (31,1 тыс. тонн). Основными зонами накопления донных нефтешламов являются Мангистауская, Актюбинская и Атырауская области, что обусловлено высокой концентрацией нефтегазовых предприятий и особенностями технологических процессов переработки углеводородного сырья (БНС АСПиР РК, 2025).

На отраслевом уровне нефтяная промышленность Казахстана характеризуется устойчивыми объемами добычи нефти — 85–90 млн тонн в год, при этом объем переработки нефти на отечественных нефтеперерабатывающих заводах составляет в среднем около 20 % от добычи (НК «КазМунайГаз», 2025).

Существенные масштабы добычи и переработки углеводородного сырья сопровождаются образованием значительных объемов нефтеотходов. Показатели добычи, переработки нефти и образования нефтеотходов в Республике Казахстан в 2020–2024 гг. приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Добыча, переработка нефти и образование нефтеотходов в Республике Казахстан в 2020–2024 гг.

Год	Добыча нефти, млн т	Переработка нефти, млн т	Доля переработки, %	Образование нефтеотходов, млн т	Захоронено/накоплено, млн т
2020	85,7	17,0	19,8	0,42	0,11
2021	85,9	18,8	21,9	0,43	0,104
2022	84,2	19,9	23,6	0,44	0,105
2023	89,9	17,7	19,7	0,45	0,105
2024	90,5	17,9	19,8	0,35	0,7

Примечание: составлено авторами на основе источников (БНС АСПиР РК, 2025 и НК «КазМунайГаз», 2025).

После введения в действие Экологического кодекса Республики Казахстан в 2021 году отмечается рост доли переработки и обезвреживания нефтеотходов до 75–80 %, а также сокращение объемов их захоронения, что свидетельствует об институциональном эффекте ужесточения экологического регулирования (БНС АСПиР РК, 2025 и НК «КазМунайГаз», 2025).

Данные об образовании и переработке нефтеотходов в Республике Казахстан в 2020–2024 гг. приведены на рисунке 1.

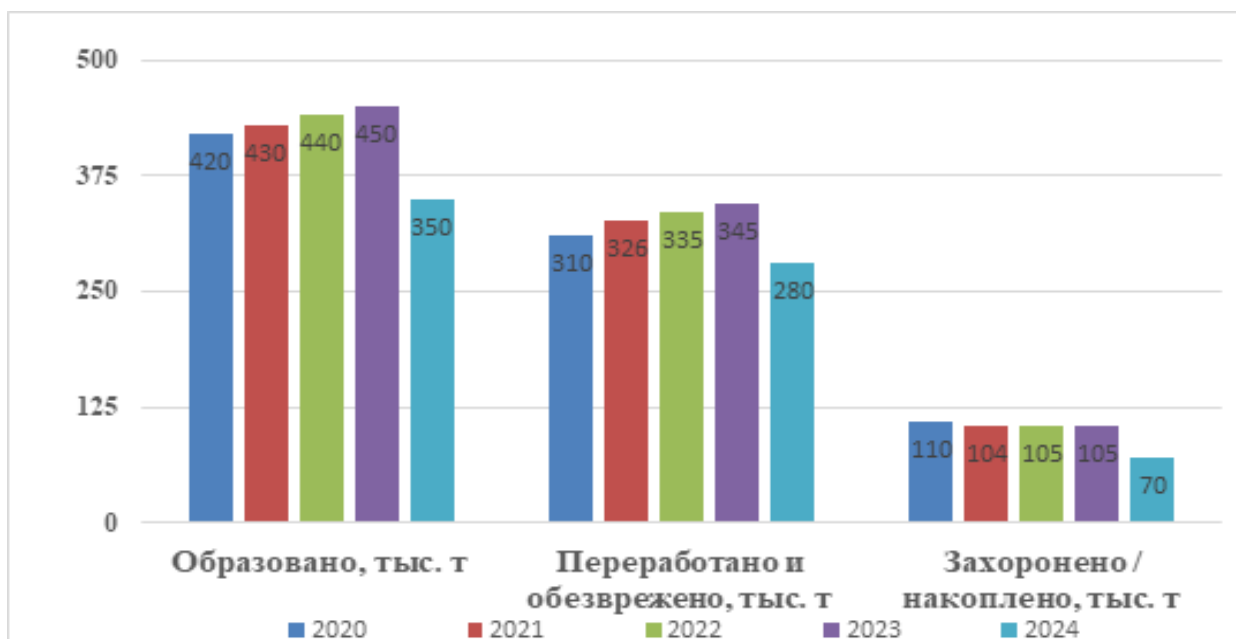


Рисунок 1 – Образование и переработано нефтеотходов в Республике Казахстан за 2020–2024 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источников (Kazakhstan Energy Outlook, 2025; БНС АСПиР РК, 2025; НК «КазМунайГаз», 2025).

Для количественной оценки ресурсной эффективности нефтеперерабатывающего сектора был рассчитан удельный показатель объема нефтеотходов на 1 млн тонн переработанной нефти по формуле:

$$K_{(н/о)} = \frac{W_n}{Q_{пер}} \quad (5).$$

Дополнительно для характеристики интенсивности отходообразования рассчитывалась доля нефтеотходов в объеме переработки:

$$D = \frac{W_n}{Q_{пер}} \times 100 \quad (6),$$

где D — относительная доля нефтеотходов, %.

С целью оценки направления обращения с отходами определялся коэффициент их захоронения:

$$K_z = \frac{Z}{W_n} \times 100 \quad (7),$$

где

K_z — коэффициент захоронения нефтеотходов, %;

Z — объем захороненных (накопленных) нефтеотходов, млн т.

Значения удельного показателя объема нефтеотходов на 1 млн тонн переработанной нефти приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Удельный объем нефтеотходов на 1 млн тонн переработанной нефти

Год	Переработка нефти, млн т	Нефтеотходы, млн т	Удельный объем отходов (Кн/о), т на 1 т переработки	Доля отходов, %	Захоронено, млн т	Коэффициент захоронения, %
2020	17,0	0,420	0,0247	2,47	0,110	26,2
2021	18,8	0,430	0,0229	2,29	0,104	24,2
2022	19,9	0,440	0,0221	2,21	0,105	23,9
2023	17,7	0,450	0,0254	2,54	0,105	23,3
2024	17,9	0,350	0,0196	1,96	0,070	20,0

Примечание: составлено авторами на основе источников (БНС АСПиР РК, 2025; НК «КазМунайГаз», 2025).

Динамика показателей, представленных в таблице 3, свидетельствует о неоднородных, но в целом положительных тенденциях в сфере ресурсной и экологической эффективности переработки нефти.

В 2020–2022 гг. наблюдается последовательное снижение удельного объема нефтеотходов с 2,47 % до 2,21 % от объема переработки, что указывает на повышение технологической результативности производственных процессов и улучшение показателей ресурсосбережения.

В 2023 г. зафиксировано временное увеличение удельного показателя до 2,54 %, что может быть обусловлено изменением структуры перерабатываемого сырья, технологическими особенностями загрузки мощностей либо корректировкой производственных режимов.

В 2024 г. достигнуто минимальное значение удельного образования отходов — 1,96 %, что отражает существенное повышение экологической и производственной эффективности. Одновременно наблюдается устойчивая тенденция к снижению коэффициента захоронения отходов — с 26,2 % в 2020 г. до 20,0% в 2024 г., что соответствует принципам циркулярной экономики и свидетельствует о расширении практик вовлечения отходов во вторичный хозяйственный оборот (БНС АСПиР РК, 2025; НК «КазМунайГаз», 2025).

Практическая реализация принципов циркулярной экономики подтверждается деятельностью специализированных предприятий по переработке нефтешламов. Показателен кейс ТОО «СТ Solutions», в рамках которого в период 2021–2022 гг. было переработано 4 505 м³ нефтешлама, из которых получено 2 110 м³ очищенной товарной нефти (Invest in Kazakhstan, 2025).

Эффективность переработки нефтешламов была оценена с использованием коэффициента извлечения нефти:

$$K_{\text{извл}} = \frac{V_{\text{нефть}}}{V_{\text{нефтешлам}}} \quad (8).$$

Подстановка фактических данных дает:

$$K_{\text{извл}} = \frac{2110}{4505} \approx 0,47 \quad (9).$$

Исходя из расчетов, получаем значение около 47 % объема переработанного нефтешлама трансформируется в товарную нефть, что подтверждает высокий ресурсный потенциал нефтесодержащих отходов и экономическую целесообразность их переработки (Invest in Kazakhstan, 2025).

С учетом средней плотности нефти $0,85 \text{ т/м}^3$ объем полученной нефти составляет:
 $2110 \times 0,85 = 1793,5 \text{ т}$.

При средней рыночной цене 220–250 тыс. тенге за тонну потенциальная валовая выручка от реализации восстановленного сырья оценивается в:

$1793,5 \times 220\,000 \approx 394 \text{ млн}$;

$1793,5 \times 250\,000 \approx 448 \text{ млн}$

Прямой экономический эффект составляет порядка 0,4–0,45 млрд тенге за рассматриваемый период, без учета сопутствующей экономии на захоронении и экологических платежах.

Дополнительно следует учитывать предотвращенные затраты на размещение нефтешламов. При средней стоимости захоронения 35–45 тыс. тенге за тонну экономия по предотвращенным объемам (1793,5 т возвращенного ресурса и соответствующий объем неразмещенных отходов) может составлять еще 60–80 млн тенге.

В рамках расширенного подхода к оценке эффективности (SROI — Social Return on Investment) интегральный эффект переработки включает:

- восстановление вторичного сырья,
- снижение экологической нагрузки,
- уменьшение риска накопленного экологического ущерба,
- сокращение будущих затрат на рекультивацию.

Совокупный экономико-экологический эффект превышает прямой коммерческий результат и формирует мультипликативный вклад в ресурсную устойчивость отрасли.

Таким образом, представленный кейс подтверждает, что переработка нефтешламов в рамках циркулярной модели обеспечивает одновременно:

- возврат вторичного сырья в хозяйственный оборот;
- сокращение объемов окончательного размещения отходов;
- снижение экологических рисков;
- формирование устойчивого экономического эффекта.

Полученные расчеты демонстрируют, что интеграция циркулярных технологий в нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан является не только экологически оправданной, но и финансово обоснованной стратегией повышения ресурсной эффективности. Механизм формирования интегрального экономико-экологического эффекта в рамках циркулярной переработки нефтешламов представлен на рисунке 2.

Модель иллюстрирует последовательность этапов переработки нефтешламов с указанием коэффициента извлечения нефти (0,47), обеспечивающего возврат части углеводородного сырья в хозяйственный оборот.

В схеме показано, что 47 % переработанного объема трансформируется в товарную нефть, которая повторно вовлекается в производственный цикл, тем самым снижая потребность в первичном сырье и сокращая объемы окончательного размещения отходов. Дополнительно отражен формируемый экономико-экологический эффект, включающий выручку от реализации восстановленного сырья, экономию затрат на захоронение, снижение экологической нагрузки и уменьшение будущих расходов на рекультивацию.

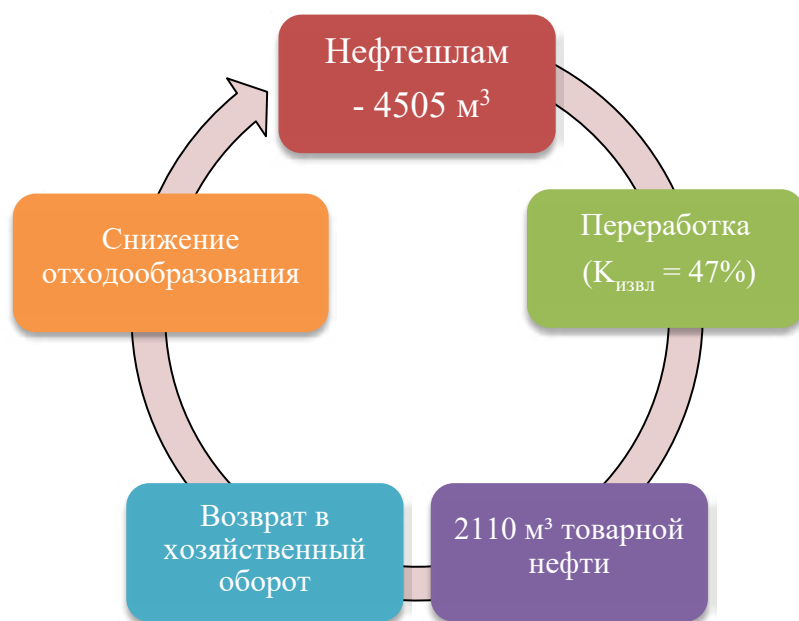


Рисунок 2 – Циркулярная модель переработки нефтешламов с оценкой коэффициента извлечения

Примечание: составлено авторами на основе источников (Invest in Kazakhstan, 2025).

В совокупности полученные результаты свидетельствуют о том, что система управления нефтеотходами в Республике Казахстан находится на этапе перехода от линейной модели к циркулярной. Несмотря на незначительную долю нефтеотходов в общей массе промышленных отходов, именно данный сегмент обладает наибольшим потенциалом для достижения экологического и экономического эффекта за счет вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот.

Заключение

Проведенное исследование позволило обосновать значимость ресурсосбережения и вторичного использования нефтеотходов как ключевых элементов циркулярной экономики в нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан. Полученные результаты подтвердили, что эффективное обращение с нефтеотходами обеспечивает не только экологические, но и ощутимые экономические выгоды для предприятий отрасли.

Во-первых, установлено, что увеличение объемов переработки нефти сопровождается опережающим ростом образования нефтеотходов. Это усиливает ресурсную и экологическую нагрузку на предприятия, требуя перехода от линейной модели управления отходами к циркулярной системе, ориентированной на замкнутый производственный цикл и снижение объемов неиспользуемых отходов.

Во-вторых, доказано, что нефтеотходы, ранее рассматривавшиеся исключительно как фактор загрязнения, могут служить ценным вторичным ресурсом. Их повторное использование в виде регенерации нефтешламов, утилизации отработанных масел и очистки технологических вод создает предпосылки для экономии сырья и уменьшения производственных издержек.

В-третьих, проведенная количественная оценка подтверждает наличие экономического эффекта от внедрения технологий вторичного использования нефтеотходов. Со-

крашение объемов их захоронения с 0,104 млн т в 2021 г. до 0,070 млн т в 2024 г. позволило снизить совокупные затраты на утилизацию. При средней стоимости обращения порядка 40–41 тыс. тенге за тонну расчетная экономия составила около 1,38 млрд тенге, что на 56,8 % превышает соответствующий показатель базового периода. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интеграция циркулярных решений формирует устойчивый источник повышения ресурсной и экономической эффективности нефтеперерабатывающих предприятий.

В-четвертых, выявлено, что развитие циркулярных процессов сдерживается институциональными и организационными барьерами. Недостаточность нормативно-правовой базы, отсутствие финансовых стимулов и низкий уровень инвестиционной активности ограничивают возможности предприятий по внедрению инновационных технологий переработки нефтеотходов. Для преодоления данных барьеров необходима государственная поддержка в форме налоговых льгот, субсидий и программ «зеленого финансирования».

В-пятых, определено, что стратегическое направление развития отрасли должно включать формирование отраслевой инфраструктуры переработки вторичных нефтесырьевых ресурсов и развитие партнерства между государством, наукой и бизнесом. Создание специализированных центров регенерации и внедрение цифровых систем мониторинга отходов обеспечит прозрачность и эффективность циркулярных процессов.

Таким образом, переход нефтеперерабатывающей отрасли Казахстана к циркулярной модели управления ресурсами является необходимым условием повышения конкурентоспособности и устойчивости экономики. Интеграция принципов ресурсосбережения и вторичного использования нефтеотходов позволит снизить экологическую нагрузку, оптимизировать производственные затраты и обеспечить долгосрочную устойчивость развития нефтегазового комплекса страны.

Благодарность, конфликт интересов отсутствуют.

Вклад авторов

Сатенова Д.Е. – автор для корреспонденции, разработала концепцию исследования, определила методологию, выполнила анализ статистических и отраслевых данных, подготовила итоговый текст статьи.

Исаева Б.К. – провела теоретический анализ проблемы, систематизацию литературных источников, а также участвовала в формулировании выводов и редактировании текста статьи.

Терелянский П.В. – обеспечил методологическую и теоретическую экспертизу, участвовал в интерпретации результатов и формулировании рекомендаций.

Список литературы

1. Токаев, К.-Ж. (2025). Послание народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию». <https://www.akorda.kz>
2. Pinto, F., Miranda, M., Gonçalves, M., et al. (2023). Energy recovery from petroleum residues in refinery processes. *Energy Reports*, 9, 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.egyр.2023.04.003>

3. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.014>
4. OECD. (2022). *Circular economy in cities and regions: Policy perspectives*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b7f39f4a-en>
5. European Commission. (2020). *Circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe*.
6. Ильина, Е. А. (2022). Циркулярная экономика: концептуальные подходы и механизмы их реализации. *Организатор производства*, 30(3), 21–30.
7. Лебедев, А. П. (2024). *Экономическая эффективность переработки бурового шлама в нефтегазовой отрасли (Диссертация кандидата экономических наук)*. Санкт-Петербург. https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/dissertacii/2024/dissertaciya_lebedev.pdf
8. Егембердиева, С. М. (2010). *Стратегия развития нефтебизнеса Республики Казахстан в условиях глобализации: теория, методология, практика (Автореферат диссертации доктора экономических наук)*. Алматы.
9. Шалболова, У. Ж. (2018). Развитие нефтехимии как приоритет диверсификации в нефтегазовой отрасли Казахстана. *Инновационное развитие*, 10(27), 91–93.
10. Satenova, D. Y., Bulakbay, Z. M., Azykhanova, S., Berstembayeva, R. K., Abylkassimova, Z., & Seitkhozina, J. (2020). Comparative evaluation of the efficiency of regulatory mechanisms of the oil and gas industry and industrial waste processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11(7), 1742–1749. [https://doi.org/10.14505/jemt.11.7\(47\)](https://doi.org/10.14505/jemt.11.7(47))
11. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. (2022–2024). *Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов Республики Казахстан*. <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo>
12. Правительство Республики Казахстан. (2025). *Об утверждении Концепции развития нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан на 2025–2040 годы (Постановление № 549 от 21 июля 2025 года)*. <https://adilet.zan.kz>
13. Министерство энергетики Республики Казахстан. (2025). *Итоги развития нефтегазовой отрасли Республики Казахстан за 2020–2024 годы*. <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo>
14. АО НК «КазМунайГаз». (2025). *Годовые и устойчивые отчеты. Производственная и экологическая деятельность*. <https://www.kmg.kz/ru/investors/reports/>
15. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2025). *Производство нефтепродуктов и переработка нефти в Республике Казахстан*. <https://stat.gov.kz/industry/energy>
16. Invest in Kazakhstan. (2025). *Переработка нефтесодержащих отходов по инновационной технологии*. <https://invest.gov.kz/ru/doing-business-here/invest-projects/28595/>
17. Республика Казахстан. (2021). *Экологический кодекс Республики Казахстан (с изм. и доп.)*. <https://adilet.zan.kz>
18. KAZENERGY Association. (2025). *Kazakhstan energy outlook 2025*. https://s3-prod.exia.kz/articles/Kazakhstan_Energy_Outlook_2025_RU.pdf
19. United Nations Environment Programme. (2021). *Circular economy in energy-intensive industries: Policy perspectives*. UNEP. <https://www.unep.org>
20. World Bank. (2021). *Kazakhstan green growth country assessment*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1759-0>
21. International Energy Agency. (2022). *Energy and resource efficiency in oil refining*. IEA Publications.
22. OPEC. (2023). *Annual statistical bulletin 2023*. OPEC Secretariat. <https://asb.opec.org>
23. Jagaba, A. H., Kutty, S. R. M., Hayder, G., et al. (2023). Petroleum sludge treatment and disposal: A review on current practices and emerging technologies. *Journal of Environmental Management*, 336, 117662. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117662>

Д.Е. Сатенова*¹, Б.К. Исаева², П.В. Терелянский³

¹⁻² Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³ Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономикалық университеті, Мәскеу, Ресей Федерациясы

Қазақстан Республикасының мұнай өңдеу саласындағы ресурстарды үнемдеу және мұнай қалдықтарын екінші реттік пайдалану – циркулярлық экономиканың элементтері ретінде

Андатпа. *Зерттеудің мақсаты* – циркулярлық экономика қағидаттарын енгізу контекстінде Қазақстан Республикасының мұнай саласында ресурстарды үнемдеудің және мұнай қалдықтарын қайталама пайдаланудың маңыздылығын негіздеу. *Зерттеудің әдіснамалық негізін* жүйелік, құрылымдық-динамикалық және салыстырмалы талдау әдістері, сондай-ақ ресурстық тиімділіктің үлестік және салыстырмалы көрсеткіштерін есептеуге арналған экономикалық-математикалық әдістер және мұнай құрамды қалдықтарды қайта өңдеу практикасын талдауға бағытталған кейс-әдіс құрайды. Зерттеудің эмпирикалық базасы уәкілетті мемлекеттік органдардың ресми статистикалық және ведомстволық деректерінен, сондай-ақ мұнай-газ компанияларының корпоративтік есептілігінен қалыптастырылды.

Зерттеу нәтижелері циркулярлық экономика қағидаттарын мұнай қалдықтарын басқару жүйесіне интеграциялау қалдықтарды көму көлемін қысқартуға, ресурстық тиімділікті арттыруға және мұнай саласының экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал ететінін растайды. Мұнай құрамды қалдықтарды қайталама шаруашылық айналымға тартуға және Қазақстан Республикасының мұнай-газ кешенінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету мұнай қалдықтарын басқарудың сызықтық моделінен циркулярлық жүйеге көшу орынды екендігі туралы қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: циркулярлық экономика, мұнай қалдықтары, мұнай шламдары, мұнай саласы, қалдықтарды қайта өңдеу, ресурстық тиімділік, экологиялық реттеу, тұрақты даму.

D.E. Satenova*¹, B.K. Isaeva², P.V. Terelyansky³

¹⁻² L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

³ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Resource Conservation and Secondary Use of Oil Waste as Elements of the Circular Economy in the Oil Refining Industry of the Republic of Kazakhstan

Abstract. *The purpose* of this study is to substantiate the importance of resource conservation and secondary use of oil-containing waste in the oil industry of the Republic of Kazakhstan in the context of implementing circular economy principles. *The methodological framework* of the research is based on system, structural-dynamic, and comparative analysis methods, as well as economic and mathematical methods for calculating specific and relative indicators of resource efficiency, and the case study method for analyzing practical experience in processing oil-containing waste. The empirical basis of the study includes official statistical and ведомственные data from authorized government bodies, as well as corporate reports of oil and gas companies.

The research findings confirm that the integration of circular economy principles into the oil waste management system contributes to reducing landfill disposal volumes, increasing resource efficiency, and enhancing the environmental sustainability of the oil industry. *The study concludes* that a transition from a linear oil waste management model to a circular system focused on incorporating oil-containing waste into secondary economic circulation and strengthening the sustainable development of the oil and gas complex of the Republic of Kazakhstan is both feasible and justified.

Keywords: circular economy; oil waste; oil sludge; oil industry; waste recycling; resource efficiency; environmental regulation; sustainable development.

References

1. Tokayev, K.-Zh. (2025). Poslanie narodu Kazakhstana «Kazakhstan v epokhu iskusstvennogo intellekta: aktual'nye zadachi i ikh resheniya cherez tsifrovuyu transformatsiyu» [Address to the people of Kazakhstan “Kazakhstan in the era of artificial intelligence: current tasks and their solutions through digital transformation”]. Available at: <https://www.akorda.kz> [in Russian].
2. Pinto, F., Miranda, M., Gonçalves, M., et al. (2023). Energy recovery from petroleum residues in refinery processes. *Energy Reports*, 9, 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.04.003>
3. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.014>
4. OECD. (2022). *Circular economy in cities and regions: Policy perspectives*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b7f39f4a-en>
5. European Commission. (2020). *Circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe*.
6. Il'ina, E. A. (2022). *Tsirkulyarnaya ekonomika: kontseptual'nye podkhody i mekhanizmy ikh realizatsii* [Circular economy: conceptual approaches and mechanisms of implementation]. *Organizator proizvodstva*, 30(3), 21–30 [in Russian].
7. Lebedev, A. P. (2024). *Ekonomicheskaya effektivnost' pererabotki burovogo shlama v neftegazovoy otrasli* [Economic efficiency of drilling sludge processing in the oil and gas industry] (PhD dissertation). Saint Petersburg. Available at: https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/dissertacii/2024/dissertaciya_lebedev.pdf [in Russian].
8. Yegemberdieva, S. M. (2010). *Strategiya razvitiya neftebiznesa Respubliki Kazakhstan v usloviyakh globalizatsii: teoriya, metodologiya, praktika* [Strategy for the development of the oil business of the Republic of Kazakhstan in the context of globalization: theory, methodology, practice] (Doctoral dissertation abstract). Almaty [in Russian].
9. Shalbolova, U. Zh. (2018). *Razvitie neftekhimii kak prioritet diversifikatsii v neftegazovoy otrasli Kazakhstana* [Development of petrochemistry as a priority for diversification in the oil and gas sector of Kazakhstan]. *Innovatsionnoe razvitie*, 10(27), 91–93 [in Russian].
10. Satenova, D. Y., Bulakbay, Z. M., Azytkanova, S., Berstembayeva, R. K., Abylkassimova, Z., & Seitkhodzina, J. (2020). Comparative evaluation of the efficiency of regulatory mechanisms of the oil and gas industry and industrial waste processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11(7), 1742–1749. [https://doi.org/10.14505/jemt.11.7\(47\)](https://doi.org/10.14505/jemt.11.7(47))
11. Ministerstvo ekologii i prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan (2022–2024). *Natsional'nyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ispol'zovanii prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan* [National report on the state of the environment and use of natural resources of the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo> [in Russian].
12. Pravitel'stvo Respubliki Kazakhstan (2025). *Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya neftepererabatyvayushchey otrasli Respubliki Kazakhstan na 2025–2040 gody* (Postanovlenie № 549 ot 21 iyulya 2025 goda) [On approval of the concept for the development of the oil refining industry of the Republic of Kazakhstan for 2025–2040]. Available at: <https://adilet.zan.kz> [in Russian].
13. Ministerstvo energetiki Respubliki Kazakhstan (2025). *Itogi razvitiya neftegazovoy otrasli Respubliki Kazakhstan za 2020–2024 gody* [Results of the development of the oil and gas industry of the Republic of Kazakhstan for 2020–2024]. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo> [in Russian].
14. AO NK KazMunayGaz (2025). *Godovye i ustoychivye otchety. Proizvodstvennaya i ekologicheskaya deyatel'nost'* [Annual and sustainability reports. Production and environmental activities]. Available at: <https://www.kmg.kz/ru/investors/reports/> [in Russian].
15. Byuro natsional'noy statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan (2025). *Proizvodstvo nefteproduktov i pererabotka nefti v Respublike Kazakhstan*

[Production of petroleum products and oil refining in the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://stat.gov.kz/industry/energy> [in Russian].

16. Invest in Kazakhstan (2025). Pererabotka neftesoderzhashchikh otkhodov po innovatsionnoy tekhnologii [Processing of oil-containing waste using innovative technology]. Available at: <https://invest.gov.kz/ru/doing-business-here/invest-projects/28595/> [in Russian].

17. Respublika Kazakhstan (2021). Ekologicheskiy kodeks Respubliki Kazakhstan (s izmeneniyami i dopolneniyami) [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://adilet.zan.kz> [in Russian].

18. KAZENERGY Association (2025). Kazakhstan energy outlook 2025. Available at: https://s3-prod.exia.kz/articles/Kazakhstan_Energy_Outlook_2025_RU.pdf

19. United Nations Environment Programme (2021). Circular economy in energy-intensive industries: Policy perspectives. UNEP. Available at: <https://www.unep.org>

20. World Bank (2021). Kazakhstan green growth country assessment. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1759-0>

21. International Energy Agency (2022). Energy and resource efficiency in oil refining. IEA Publications.

22. OPEC (2023). Annual statistical bulletin 2023. OPEC Secretariat. Available at: <https://asb.opec.org>

23. Jagaba, A. H., Kutty, S. R. M., Hayder, G., et al. (2023). Petroleum sludge treatment and disposal: A review on current practices and emerging technologies. Journal of Environmental Management, 336, 117662. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117662>

Сведения об авторах:

Сатенова Д.Е. – автор для корреспонденции, докторант PhD образовательной программы «Экономика», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Сатпаева 2, Астана, Казахстан

Исаева Б.К. – PhD, ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Сатпаева 2, Астана, Казахстан

Терелянский П.В. – д. э. н., профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, д. 36, г. Москва, Российская Федерация

Сатенова Д.Е. – хат-хабар авторы, «Экономика» білім беру бағдарламасының PhD докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Исаева Б.К. – PhD докторы, қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Терелянский П.В. – экономика ғылымдарының докторы, профессор, Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономикалық университеті, Стремянный переулок, 36, Мәскеу қ., Ресей Федерациясы.

Satenova D.Y. – corresponding author, PhD student of the “Economics” educational program, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Satpaev str., 2, Astana, Republic of Kazakhstan.

Isaeva B.K. – PhD, Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpaev str., 2, Astana, Republic of Kazakhstan.

Terelyansky P.V. – Doctor of Economics, Professor, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, Russian Federation.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4>).