

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/GMYR4462>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/QVUV1417>**Д. К. Кушанова¹, Г. С. Айткалиева²,*****М. А. Елубай³, А. Б. Исмаилова⁴**^{1,2}Сатпаев университет, Республика Казахстан, г. Алматы;³Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;³Humboldt-Innovation GmbH, Германия, г. Берлин;⁴Международная образовательная корпорация, Казахская головная архитектурно-строительная академия, Республика Казахстан, г. Алматы.¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3058-7634>²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9872-6317>³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6209-5215>⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4234-0615>*e-mail: yelubay.m@tou.edu.kz

ИНСТРУМЕНТЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ В КАЗАХСТАНЕ

В статье рассматриваются современные подходы к стратегическому развитию нефтепереработки и нефтехимии Республики Казахстан, а также инструменты повышения эффективности управления инвестиционными проектами в энергетической сфере. Актуальность определяется необходимостью глубокой переработки нефти, диверсификации экономики и формирования конкурентоспособного нефтеперерабатывающего и нефтехимического кластеров, энергетической безопасности страны.

Цель исследования – обосновать применение методов линейного программирования как инструмента раннего технико-экономического скрининга при отборе и оптимизации проектов. Проведён анализ отечественной и международной практики, а также рассмотрены возможности применения программных комплексов LP-моделирования Aspen PIMS и Spiral Aveva.

Результаты показывают, что линейное программирование позволяет находить оптимальный баланс между мощностями переработки, ассортиментом продукции, энергетическими и

экономическими показателями. На этой основе предложена схема бизнес-процесса раннего скрининга, где LP-моделирование выступает ключевым инструментом оценки и отбора инвестиционных проектов в энергетической, в том числе нефтехимической отраслях.

Практическая значимость работы заключается в адаптации международных подходов к условиям Республики Казахстан и в разработке предложений по формированию нормативной базы для обязательной ранней экспертизы, что повысит инвестиционную привлекательность нефтехимического и энергетического секторов.

Ключевые слова: нефтепереработка, нефтехимия, линейное программирование, инвестиционные проекты, Республика Казахстан.

Введение

Правительство Казахстана в июле 2025 года утвердило долгосрочную Концепцию развития нефтеперерабатывающей отрасли на 2025–2040 годы, задающую стратегические ориентиры для всего сектора. В соответствии с этим документом планируется более чем вдвое увеличить суммарные мощности переработки нефти – с текущих ~18 млн до 39 млн тонн в год – через модернизацию действующих НПЗ и строительство нового нефтехимического комплекса [1].

Концепция до 2040 года выступает не просто отраслевым планом, но фактически стратегической рамкой промышленной политики, определяя долгосрочные приоритеты для инвесторов и государственных программ. В этих условиях особое значение приобретает система ранней оценки инвестиционных проектов: от того, насколько эффективно на ранних этапах анализируются экономические показатели и целесообразность инициатив, зависит успешность реализации стратегических целей без избыточных затрат на последующих стадиях.

Настоящая статья анализирует существующий подход к отбору проектов в казахстанском нефтегазовом даунстриме (нефтепереработка и нефтехимия), сопоставляет его с международной практикой и предлагает меры по повышению эффективности раннего технико-экономического скрининга, позволяющего избежать лишних расходов на стадиях предТЭО и ТЭО.

Логика отбора проектов в Казахстане

В Казахстане инициирование и отбор новых проектов в нефтегазовом даунстриме преимущественно строятся на основе государственных стратегических ориентиров, а также поручений руководства страны и непосредственном контроле со стороны Министерства Энергетики. Такой «top-down» подход позволяет формировать инвестиционные инициативы в русле национальных приоритетов и долгосрочных целей развития.

Вместе с тем, характерной особенностью действующей практики является то, что разработка предварительных технико-экономических обоснований (предТЭО) зачастую стартует на раннем этапе, практически сразу после появления проектной инициативы. Это обеспечивает оперативное реагирование на стратегические задачи, однако в ряде случаев происходит с ограниченной предварительной аналитической проработкой рынка и конфигурации будущих производств.

Отсутствие развитых институтов раннего скрининга снижает возможности для объективной оценки жизнеспособности проектов на начальной стадии. Это может приводить к удлинению сроков реализации или необходимости корректировок уже в ходе детальной проработки. Подобные примеры наблюдались и в прошлом при подготовке крупных нефтехимических производств [2].

Таким образом, текущая модель инициирования проектов в Казахстане опирается на сильный государственный импульс, но требует дальнейшего усиления блока ранней аналитики и технико-экономической оценки для повышения результативности и минимизации рисков в долгосрочной перспективе.

Материалы и методы

Линейное программирование как инструмент инвестиционного планирования в нефтепереработке

LP-модели являются одними из наиболее эффективных инструментов для планирования производства и инвестиционной деятельности в энергетическом секторе, куда относятся и нефтепереработка [3].

В Казахстане на трёх нефтеперерабатывающих заводах успешно внедрён и эксплуатируется программный инструмент AVEVA Spiral, обеспечивающий планирование и оптимизацию производственных программ. Данный опыт закреплён на нормативном уровне через национальный стандарт СТ РК 3530-2020, который регламентирует применение методов линейного программирования при планировании работы НПЗ и задаёт единые требования к моделированию и валидации.

Линейные модели находят широкое применение не только в оперативном управлении производством, но и в инвестиционном планировании. Их ценность заключается в способности прогнозировать эффективность будущих производств и технологий ещё на стадии концептуальной проработки. С их помощью можно [4]:

Оценивать инвестиционные проекты: моделирование различных сценариев загрузки мощностей, глубины переработки и продуктового среза позволяет выявить наиболее устойчивые варианты к изменениям рыночной конъюнктуры и цен на сырьё.

Выбор технологий – сравнение альтернативных процессов (например, гидрокрекинг и коксование) для определения оптимальной конфигурации с учётом операционной эффективности и инвестиционной отдачи.

Проводить сценарные исследования: «что будет, если...» -линейные модели позволяют оценить влияние изменения сырья, режимов работы и конфигурации установок на оптимизацию производственных процессов.

Для того чтобы результаты имели практическую ценность, при построении моделей необходимо учитывать ряд принципиальных моментов:

Достаточный уровень детализации. Модель должна содержать так называемые «сдвиговые векторы» или аналогичные инструменты, позволяющие корректно отражать поведение установок при изменении свойств сырья и параметров работы. Без этого невозможно смоделировать будущие риски и возможности.

Правильное определение эксплуатационных пределов. Если в модель закладываются нереалистичные ограничения (например, слишком высокая глубина конверсии или недостижимая селективность), результаты могут выглядеть привлекательными, но окажутся невыполнимыми на практике.

Баланс между простотой и сложностью. Слишком упрощённая модель искажает картину, а чрезмерно детализированная может застревать в локальных оптимумах, что снижает её прикладное значение. В инвестиционном планировании требуется именно гибкость, чтобы просчитывать десятки сценариев быстро и надёжно.

Регулярная валидация. Модели должны постоянно сверяться с фактическими данными действующих заводов и международными бенчмарками. Это особенно важно для Казахстана, где накопленный опыт по крупным нефтехимическим проектам пока ограничен.

Цена ошибки. Неправильные или некорректные модели могут привести не только к аналитическим просчётам, но и к существенным финансовым потерям. Упущенная выгода от неверных решений в инвестиционном планировании исчисляется десятками и сотнями миллионов долларов.

Для расчета модели необходимы следующие исходные данные [5; 6]:

- данные о необходимом накоплении компонентов товарной продукции;
- накопление остатков компонентов товарной продукции для использования в будущих периодах;

- качество нефти: фракционный состав, плотность, содержание серы;

- исходное качество материальных потоков (компонентов);

- цены и объёмы закупки/переработки сырья;

- цены и объёмы производства/реализации нефтепродуктов;

- ограничения по компонентному составу нефтепродуктов;

- качество товарной продукции (спецификация);

- теплотворная способность газа и жидкого топлива;
- потребность в дополнительном топливе;
- остатки нефтепродуктов;
- нормы расхода энергоресурсов на технологических установках;
- материальные балансы установок (проектные либо расчётные, полученные в специализированных симуляторах процессов, например, Aspen HYSYS);
- график планово-предупредительных работ;
- график ввода новых установок;
- график реконструкции установок;
- нормы расхода присадок;
- нормы расхода реагентов и катализаторов;
- диапазон загрузки установок;
- цены на реагенты/присадки/катализаторы/энергоресурсы;
- запас по качеству;
- нормативы потерь и возврата;
- изменение логистики потоков.

Материальные балансы, рассчитанные по проектным данным или с использованием симуляторов, таких как Aspen HYSYS [4], служат инженерной основой, которая затем преобразуется в экономическую оценку через линейные модели (Spiral Aveva, AspenPIMS) [7; 8; 9].

Совокупные массовые и объёмные балансы сырья и продуктов формируют базу планирования капитальных вложений, при котором нефтеперерабатывающий завод представляется как сеть технологических процессов с заданной конфигурацией установок и потоками между ними [8]. В линейных моделях переменными выступают объёмы переработки, выпуск товарных продуктов и приращение мощностей; ограничения задаются балансами потоков и производственными пределами (рисунок 1); целевая функция формулируется как максимизация экономического эффекта или чистой приведённой стоимости [10].



Рисунок-1 – Схема ЛП-модели производственной системы

Таким образом, линейные модели в инвестиционном планировании выступают не просто инструментом расчёта, а механизмом управления рисками. При грамотной настройке и применении они позволяют выстраивать инвестиционные стратегии, минимизировать вероятность неудачных проектов и сосредоточить ресурсы на наиболее перспективных направлениях [11].

Результаты и обсуждение

Нулевой уровень оценки: инструменты и задачи

Для улучшения системы отбора downstream-проектов в Казахстане необходимо институциональное укрепление стадии раннего анализа. В качестве ключевой меры предлагается создать центр скрининга инвестиционных проектов в промышленности (или специализированный центр оценки проектов нефтегазохимии). Такой центр должен обладать необходимыми компетенциями и инструментарием для самостоятельного выполнения *screening*-анализа по проектным инициативам до обращения к внешним подрядчикам для пред-ТЭО и ТЭО.

Ключевым элементом такого подхода в энергетическом секторе, в том числе в нефтепереработке и нефтехимии является сочетание LP-моделирования и финансового анализа (DCF). LP-модель (Linear

Programming) позволяет смоделировать производственные потоки, конфигурацию завода и продуктовый портфель, а главное — рассчитать показатель дополнительной операционной прибыли ($\Delta EBITDA$), возникающей при появлении нового завода или установки. Эти значения становятся входными данными для финансовой модели, которая учитывает капитальные затраты, эксплуатационные расходы, налоговую нагрузку и дисконтирование. В результате формируются ключевые показатели инвестиционной эффективности: NPV, IRR и срок окупаемости [12; 13; 14; 15; 16; 17].

Таким образом, LP-модель выступает «генератором» операционных эффектов, определяя прирост EBITDA в зависимости от технологической конфигурации и рыночных условий. Эти результаты затем подшиваются в DCF-модель, которая учитывает капитальные вложения, эксплуатационные расходы, налоговую нагрузку и дисконтирование, формируя итоговые показатели NPV, IRR и срок окупаемости как показано на рисунке 2 [18; 19; 20].

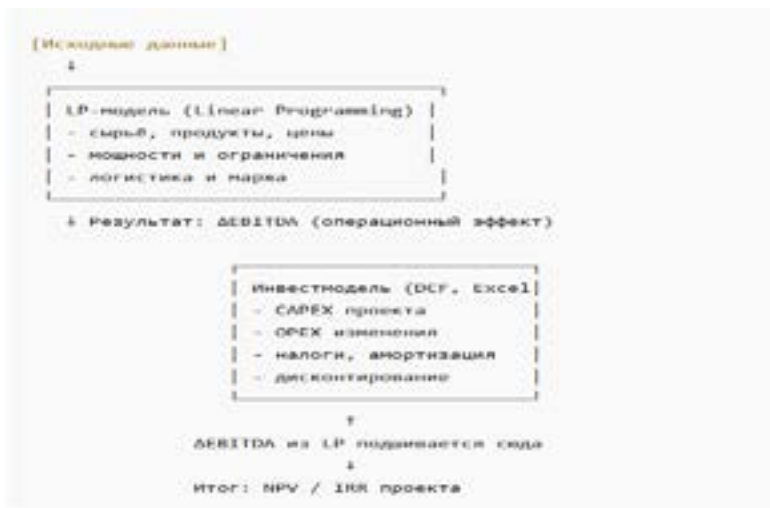


Рисунок 2 – Схема расчёта эффективности проекта

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. (Грант AP27511027 Создание экологических геополимерных композитов с применением побочных продуктов производства прокаленного нефтяного кокса).

Выводы

Развитие энергетического сектора, в том числе нефтепереработки и нефтехимии в Казахстане, обозначенное амбициозными целями Концепции-2040 [1], требует перехода на новый уровень планирования и отбора проектов. Государственный стратегический курс задаёт ключевые ориентиры – увеличение глубины переработки, выпуск продукции нефтехимии, расширение экспортного потенциала. Однако реализация этих приоритетов должна опираться на прочный фундамент экономической целесообразности.

Принятие решений в нефтепереработке и нефтехимии должно опираться на инженерное моделирование и точные материальные балансы. Линейное программирование позволяет рассчитывать выходы установок, конфигурацию потоков и прирост операционной прибыли, а в сочетании с расчётными балансами из симуляторов формирует надёжный «цифровой фильтр» для отбора жизнеспособных проектов на ранней стадии [6].

Ранний экономический скрининг способен многократно повысить эффективность инвестиционного процесса. Это позволит сократить число неэффективных ТЭО, снизить нагрузку на бюджет и компании, ускорить реализацию действительно значимых проектов (которые благодаря качественной подготовке станут более привлекательными для инвесторов и кредиторов) и способствовать формированию культуры обоснованности инвестиций [8].

В конечном счёте, синергия стратегии и экономики – когда стратегические инициативы проходят проверку расчётами и анализом на самых ранних стадиях – обеспечит достижение целей индустриального развития Казахстана с минимальными издержками и максимальной отдачей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Концепция развития нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан на 2025–2040 годы, утверждённая Постановлением Правительства Республики Казахстан от 21 июля 2025 года № 549.

2 **AACE International Recommended Practice No. 18R-97** Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries. Stage-Gate International – «The Stage-Gate Model: An Overview». – [Электронный ресурс]. – chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf (Дата обращения: 29.04.2025).

3 **Хохлов, А. С., Коннов, А. И., Шайдуллин, Р. А.** Комплексный подход к планированию непрерывного производства // Автоматизация в промышленности – 2015. – № 4. – С. 36–40.

4 **AspenTech.** Aspen PIMSTTM – Process Industry Modeling System : Product Overview. Aspen Technology Inc., 2021. – [Электронный ресурс]. – <https://www.aspentech.com/en/products/msc/aspen-unified-pims> (Дата обращения: 29.04.2025).

5 Stage-Gate International. The Stage-Gate Model: An Overview. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stage-gate.com> (Дата обращения: 29.04.2025).

6 **Taha, H. A.** Operations Research: An Introduction. – [Электронный ресурс]. – <http://197.156.112.159:80/handle/123456789/1657> (Дата обращения: 29.04.2025).

7 **Sinnott, R., Towler, G.** Chemical engineering design : principles, practice and economics of plant and process design. – Boston : Elsevier/Butterworth-Heinemann. – 2008. – 1245 p.

8 Global Project Tracker (brochure). [Электронный ресурс]. – <https://www.woodmac.com> (Дата обращения: 29.04.2025).

9 СТ РК 3530-2020. Планирование и оптимизация производственной программы нефтеперерабатывающих заводов с использованием методов линейного программирования. — Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МТИ РК, 2020. – [Электронный ресурс]. – https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32635419 (Дата обращения: 29.04.2025).

10 **Genserik L. L. Reniers.** Multi-Plant Safety and Security Management in the Chemical and Process Industries. – Wiley. – 2010. – 290 P. – ISBN: 978-3-527-32551-1.

11 **Lieberman, N.** Troubleshooting Process Plant Control. – Weinheim : Wiley. – 2008. – 264 P. – ISBN: 978-0-470-42514-5.

12 Process Systems Engineering. Volume 5: Energy Systems Engineering/ M. Georgiadis, E. S. Kikkinides, E. Pistikopoulos (eds.). – Weinheim : Wiley-VCH, 2008. – 330 p. – ISBN: 978-3-527-31694-6.

13 Handbook of Fuels: Energy Sources for Transportation / Elvers B. (ed.). – Weinheim : Wiley-VCH. – 2008. – 356 c.

14 Process Systems Engineering. Supply Chain Optimization / Papageorgiou, L., Georgiadis, M. (eds.). – Weinheim : Wiley-VCH. – 2008. – Vol. 3. – 348 p. ISBN: 978-3-527-31693-9.

15 **Ocic, O.** Oil Refineries in the 21st Century: Energy Efficient, Cost Effective, Environmentally Benign. Weinheim : Wiley-VCH, 2004. – 166 p. – ISBN: 978-3-527-31194-1.

16 Petroleum Economics and Engineering. Structure of the oil and gas industry / K. A. Hussein, M. A. Al-Sahlawi. – Florida, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2014. – Chapter 2. – P. 21–40. – ISBN: 978-1-4665-066-4.

17 **Lenahan, T.** Turnaround, Shutdown and Outage Management: Effective Planning and Step-by-step Execution of Planned Maintenance Operations. – Oxford : Butterworth-Heinemann. – 2005. – 256 p. – ISBN: 978-0-08-052527-3.

18 **Zhao, H.** Integrated model of refining and petrochemical plant for enterprise-wide optimization / H. Zhao, M. G. Ierapetritou, N. K. Shah, G. Rong // Computers & Chemical Engineering. – 2017. – Vol. 97. – P. 194–207. – <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.11.020>.

19 **Neiro, S. M. S., Pinto, J. M.** A general modeling framework for the operational planning of petroleum supply chains // Computers & Chemical Engineering. – 2004. – Vol. 28. – №6. – P. 871–896.

20 **Шимко, О. В.** Анализ результатов финансово-хозяйственной деятельности ведущих публичных корпораций нефтегазовой отрасли после мирового финансового кризиса. – М. : Наука, 2019. – 339 с.

REFERENCES

1 Konceptsiya razvitiya neftepererabatyvaushei otrasli Respubliki Kazakstan na 2025-2040 gody, utverzhdannaya Postanovleniyem Pravitelstva Respublikik Kazakhstan ot 21 iulya 2025 goda #549. [Government of the Republic of Kazakhstan — «On Approval of the Concept for the Development of the Oil Refining Industry of the Republic of Kazakhstan for 2025–2040,»] July 21. –, 2025. primeminister.kz https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34992065

2 AACE International Recommended Practice No. 18R-97 Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries. Stage-Gate International – «The Stage-Gate Model: An Overview.» – [Electronic resource]. – chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf (Date of access: 29.04.2025).

3 **Khokhlov, A. S., Konnov, A. I., Shaidullin, R. A.** Kompleksnyi podhod k planirovaniu nepreryvnogo proizvodstva [An Integrated Approach to Continuous Production Planning], // Automation in industry – 2015. – №4. – P. 36–40.

4 **AspenTech.** Aspen PIMS™ – Process Industry Modeling System: Product Overview. Aspen Technology Inc., 2021. – [Electronic resource]. – <https://www.aspentech.com/en/products/msc/aspen-unified-pims> (Date of access: 29.04.2025).

5 Stage-Gate International. The Stage-Gate Model: An Overview. – [Electronic resource]. – <https://www.stage-gate.com> (Date of access: 29.04.2025).

6 **Taha, H. A.** Operations Research: An Introduction. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://197.156.112.159:80//handle/123456789/1657> (Date of access: 29.04.2025).

7 **Sinnott, R., Towler, G.** Chemical engineering design : principles, practice and economics of plant and process design. – Boston : Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008. – 1245 p.

8 Global Project Tracker (brochure). [Electronic resource]. – <https://www.woodmac.com> (Date of access: 29.04.2025).

9 ST RK 3530-2020. Planirovanie i optimizaciya proizvodstvennoi programmy nethtepererabatyvaushih zavodov s ispolzovaniem metodov lineinogo programmirovaniya [Planning and Optimization of the Production Program of Oil Refineries Using Linear Programming Methods]. – Astana: Committee for Technical Regulation and Metrology of the Ministry of Technology of the Republic of Kazakhstan, 2020. – [Electronic resource]. – https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32635419 (Date of access: 29.04.2025).

10 **Genserik L. L.** Reniers. Multi-Plant Safety and Security Management in the Chemical and Process Industries. – Wiley. – 2010. – 290 p. – ISBN: 978-3-527-32551-1.

11 Lieberman, N. Troubleshooting Process Plant Control. – Weinheim : Wiley, 2008. – 264 p. – ISBN: 978-0-470-42514-5.

12 Process Systems Engineering. Volume 5: Energy Systems Engineering/ M. Georgiadis, E. S. Kikkinides, E. Pistikopoulos (eds.). – Weinheim : Wiley-VCH, 2008. – 330 p. – ISBN: 978-3-527-31694-6.

13 Handbook of Fuels: Energy Sources for Transportation / Elvers B. (ed.). – Weinheim : Wiley-VCH. – 2008. – 356 p.

14 Process Systems Engineering. Supply Chain Optimization / Papageorgiou, L., Georgiadis. – M. (eds.). – Weinheim : Wiley-VCH. – 2008. – Vol. 3. – 348 p. ISBN: 978-3-527-31693-9.

15 **Ocic, O.** Oil Refineries in the 21st Century: Energy Efficient, Cost Effective, Environmentally Benign. Weinheim : Wiley-VCH, 2004. – 166 p. – ISBN: 978-3-527-31194-1.

16 Petroleum Economics and Engineering. Structure of the oil and gas industry / K. A. Hussein, M. A. Al-Sahlawi. – Florida, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2014. – Chapter 2. – P. 21–40. – ISBN: 978-1-4665-066-4.

17 **Lenahan, T.** Turnaround, Shutdown and Outage Management: Effective Planning and Step-by-step Execution of Planned Maintenance Operations. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2005. – 256 p. – ISBN: 978-0-08-052527-3.

18 **Zhao, H.** Integrated model of refining and petrochemical plant for enterprise-wide optimization / H. Zhao, M. G. Ierapetritou, N. K. Shah, G. Rong

//Computers & Chemical Engineering. – 2017. – Vol. 97. – P. 194–207. – <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.11.020>.

19 **Neiro, S. M. S., Pinto, J. M.** A general modeling framework for the operational planning of petroleum supply chains // Computers & Chemical Engineering. – 2004. – Vol. 28. – №6. – P. 871–896.

20 **Shimko, O. V.** Analiz rezultatov finansovo-hozyaistvennoi leyatelnosti vedushih publichnyh korporacii neftegazovoi otrasli posle mirovogo finansovogo krizisa [Analysis of the financial and economic performance of leading public corporations in the oil and gas industry after the global financial crisis]. – М. : Nauka. – 2019. – 339 p.

Поступило в редакцию 03.10.25.

Поступило с исправлениями 04.11.25.

Принято в печать 05.12.25.

Д. К. Кушанова¹, Г. С. Айткалиева²,

**М. А. Елубай³, А. Б. Исмаилова⁴*

^{1,2}Сатпаев университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ;

³Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ;

³Humboldt-Innovation GmbH, Германия, Берлин қ;

⁴Халықаралық білім беру корпорациясы, Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

03.10.25 ж. баспаға түсті.

04.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.12.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МҰНАЙ ӨНДЕУ ЖӘНЕ МҰНАЙ ХИМИЯСЫНЫҢ СТРАТЕГИЯЛЫҚ ДАМУЫ ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАУ ҚҰРАЛДАРЫ

Мақалада Қазақстан Республикасында мұнай өңдеу және мұнай-химия салаларын стратегиялық дамытудың заманауи тәсілдері, сондай-ақ энергетика саласындағы инвестициялық жобаларды басқарудың тиімділігін арттыру құралдары қарастырылады. Бұл тақырып озық мұнай өңдеу, экономиканы әртараптандыру және бәсекеге қабілетті мұнай өңдеу және мұнай-химия кластерлерін дамыту қажеттілігіне, сондай-ақ елдің энергетикалық қауіпсіздігіне байланысты өзекті.

Зерттеудің мақсаты - жобаларды таңдау мен оңтайландыруда ерте техникалық және экономикалық скрининг құралы ретінде

сызықтық бағдарламалау әдістерін пайдалануды негіздеу. Отандық және халықаралық тәжірибелерді талдау жүргізіліп, Aspen PIMS және Spiral Aveva сызықтық бағдарламалау бағдарламалық пакеттерін қолдану әлуеті талқыланды.

Нәтижелер сызықтық бағдарламалау өңдеу қуаты, өнім қоспасы және энергетикалық және экономикалық көрсеткіштер арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз ететінін көрсетеді. Осыған сүйене отырып, ерте скринингке арналған бизнес-процестің құрылымы ұсынылады, мұнда сызықтық бағдарламалау мұнай-химия салаларын қоса алғанда, энергетикадағы инвестициялық жобаларды бағалау және таңдаудың негізгі құралы ретінде қызмет етеді. Бұл жұмыстың практикалық маңыздылығы халықаралық тәсілдерді Қазақстан Республикасы жағдайларына бейімдеуде және мұнай-химия және энергетика салаларының инвестициялық тартымдылығын арттыратын міндетті ерте бағалау үшін нормативтік базаны қалыптастыру бойынша ұсыныстар әзірлеуде жатыр.

Кілтті сөздер: мұнай өңдеу, мұнай-химия, сызықтық бағдарламалау, инвестициялық жобалар, Қазақстан Республикасы.

D. K. Kushanova¹, G. S. Aitkaliyeva², *M. A. Yelubay³, A. B. Ismailova⁴

^{1,2}Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty;

³Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

³Humboldt-Innovation GmbH, Germany, Berlin;

⁴Educational Corporation, Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Republic of Kazakhstan, Almaty.

Received 03.10.25.

Received in revised form 04.11.25.

Accepted for publication 05.12.25.

LINEAR PROGRAMMING TOOLS FOR STRATEGIC DEVELOPMENT OF OIL REFINING AND PETROCHEMICAL INDUSTRIES IN KAZAKHSTAN

This article examines modern approaches to the strategic development of oil refining and petrochemicals in the Republic of Kazakhstan, as well as tools for improving the efficiency of investment project management in the energy sector. This topic is relevant due to the need for advanced oil refining, economic diversification, and the development of competitive oil refining and petrochemical clusters, as well as the country's energy security.

The aim of the study is to substantiate the use of linear programming methods as a tool for early technical and economic screening in project selection and optimization. An analysis of domestic and international practices is conducted, and the potential application of the Aspen PIMS and Spiral Aveva linear programming software packages is discussed.

The results demonstrate that linear programming enables the optimal balance between refining capacity, product mix, and energy and economic indicators. Based on this, a business process framework for early screening is proposed, where linear programming serves as a key tool for evaluating and selecting investment projects in the energy, including petrochemical, industries. The practical significance of this work lies in adapting international approaches to Republic of Kazakhstan's conditions and developing proposals for the formation of a regulatory framework for mandatory early assessment, which will increase the investment attractiveness of the petrochemical and energy sectors.

Keywords: oil refining, petrochemistry, linear programming, investment projects, Republic of Kazakhstan.

Теруге 17.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4494

Сдано в набор 17.12.2025 г. Подписано в печать 30.12.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4494

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz