

DOI 10.52260/2304-7216.2025.1(58).45

УДК 678.5:504.06:330.3

ГРНТИ 52.01.75, 67.29.29, 03.91.53, 06.71.09

Н.М. Жунусбекова, к.х.н., доцент¹

Д.О. Сатыбалдиева*, Ph.D. ассоц. профессор¹

К.Б. Шалдарбекова, магистр, старший преподаватель²

Т.К. Искакова, д.х.н., профессор¹

Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан¹

Таразский университет имени М.Х.Дулати
г. Тараз, Казахстан²

* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: d.satybaldiyeva@satbayev.university

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОДЕЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В условиях глобального перехода к устойчивому развитию вопросы экономической эффективности химических производств выходят на первый план, приобретая не только финансовую, но и экологическую значимость. В статье представлена комплексная экономическая оценка модельного химического процесса с позиций устойчивого развития, направленная на выявление точек оптимизации производственного цикла и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Модельные процессы, как инструмент анализа, позволяют учитывать полные затраты на всех этапах жизненного цикла продукции, включая сырьё, энергию, переработку и утилизацию отходов. В качестве примера рассмотрен синтез биополимеров как инновационное и экологически ориентированное направление современной химической промышленности. Результаты исследования показывают, что использование биополимеров позволяет снизить затраты на утилизацию отходов на 20–30%, а также уменьшить углеродные платежи на 150–200 у.е. за тонну продукции, тем самым повышая общую рентабельность и снижая экологические издержки. Кроме того, рассмотрены методы интеграции экономических моделей с экологическими показателями для обоснования инвестиционных решений. Представленный подход может быть использован для разработки стратегий устойчивого развития предприятий, ориентированных на экологическую безопасность, инновационность и долгосрочную экономическую устойчивость в условиях современных вызовов глобального рынка.

Ключевые слова: экономическая эффективность, возобновляемые ресурсы, устойчивое развитие, переработка отходов, экологические материалы, зеленые технологии, экономическое моделирование, субсидии.

Кілт сөздер: экономикалық тиімділік, жаңартылатын ресурстар, тұрақты даму, қалдықтарды қайта өңдеу, экологиялық материалдар, жасыл технологиялар, экономикалық модельдеу, субсидиялар.

Keywords: economic efficiency, renewable resources, sustainable development, waste recycling, ecological materials, green technologies, economic modeling, subsidies.

JEL classification: Q56, Q42, L65

Введение. Экономическая оценка синтеза и использования биополимеров охватывает полный жизненный цикл материала – от производства до утилизации. В рамках национальных инициатив по снижению углеродного следа и развитию «зеленой экономики», обозначенных в послании президента Касым-Жомарта Токаева, биополимеры представляют собой перспективное решение для достижения целей устойчивого развития. Эти материалы соответствуют целям ООН, включая ЦУР 12 («Ответственное потребление и производство»), ЦУР 13 («Борьба с изменением климата») и ЦУР 9 («Промышленность, инновации и инфраструктура») [1-3].

Цель данной статьи – провести всесторонний анализ экономической эффективности внедрения биополимеров как устойчивой альтернативы традиционным материалам, с акцентом на снижение затрат на утилизацию, уменьшение углеродных налогов и повышение рентабельности производства. Исследование направлено на выявление долгосрочных экономических преимуществ использования биополимеров, а также на обоснование их роли в обеспечении конкурентоспособности предприятий за счет интеграции экономических подходов с передовыми химическими технологиями.

Современные вызовы, стоящие перед химической промышленностью, усиливают необходимость перехода к более устойчивым и экологически безопасным материалам. Традиционные полимеры, как полиэтилен, полипропилен и полистирол, являются широко используемыми при этом их устойчивость к разложению создают значительные экологические проблемы.

Модельные химические процессы в экономической оценке позволяют рассчитать себестоимость, а также учесть долгосрочные выгоды: снижение затрат на утилизацию, уменьшение углеродных налогов и повышение экологической ответственности. Экологические проблемы традиционных полимеров на основе нефти, таких как полиэтилен и полипропилен, делают внедрение биополимеров всё более актуальным [4-6].

Обзор литературы. Современные исследования в области устойчивого развития химических процессов акцентируют внимание на необходимости перехода от традиционных нефтехимических полимеров к экологически безопасным и экономически эффективным биополимерам. В литературе подчёркивается, что такие материалы способны существенно снизить нагрузку на окружающую среду и сократить совокупные издержки на всех этапах жизненного цикла продукции.

В частности, Schroeder, Anggraeni и Weber [1] рассматривают практики циркулярной экономики как ключевой механизм достижения Целей устойчивого развития. Их выводы подтверждают актуальность внедрения модельных подходов в химической промышленности. Jamshidian и соавт. [2] дают комплексный обзор по PLA (полимолочной кислоте), раскрывая особенности его производства, применения и деградации. Они подчёркивают, что PLA обладает высокими экологическими преимуществами, включая возможность компостирования и снижения выбросов углерода. Reddy и др. [3] подробно анализируют текущее состояние биобазированных пластиков и бионаноккомпозитов, подчёркивая важность инвестиций в технологии ферментации и масштабирование производства. Они указывают на экономический потенциал биополимеров в контексте глобального спроса на устойчивые материалы. Исследование, опубликованное в Waste Management [4], демонстрирует, что компостируемые альтернативы традиционным пластикам, применяемые, например, в тепличных хозяйствах, снижают затраты на утилизацию на 20–30%, что подтверждает расчёты, приведённые в рассматриваемой статье. Patel и Blumerga [5] в работе по биоэкономике предлагают систему оценки биополимеров на основе критериев устойчивости, включая углеродный след, биоразлагаемость и экономические издержки. Их подход коррелирует с моделью экономического анализа жизненного цикла биополимеров, представленной в статье. Aeschelmann и Carus [6] проводят оценку глобальных мощностей по производству биополимеров, подчёркивая растущую доступность и инвестиционную привлекательность материалов на биологической основе. Эти данные подтверждаются в отчёте European Bioplastics [10], где указано, что рынок биополимеров демонстрирует устойчивый рост 10–12% в год. Yates [7] акцентирует внимание на важности комплексной оценки жизненного цикла биополимеров с точки зрения их экологической устойчивости. Анализ автора подтверждает, что PLA и PHA обладают меньшим углеродным следом и существенно снижают затраты на утилизацию, особенно при наличии инфраструктуры компостирования. Экономические аспекты применения биополимеров также анализируются Pérez-Amaral и соавт. [8], которые делают акцент на макроэкономических последствиях их внедрения, включая рост занятости, снижение зависимости от нефти и поддержку государственной экологической политики. Их выводы созвучны результатам, представленным в данной статье, где подчёркивается значение государственной поддержки и субсидирования для развития биополимерной промышленности.

Таким образом, приведённый в статье анализ органично вписывается в актуальный научный дискурс, подтверждая выводы широким спектром современных исследований. Он вносит значимый вклад в развитие подходов к экономическому моделированию химических процессов в контексте устойчивого развития.

Основная часть. Современные технологические достижения, инвестиции и государственная поддержка снижают издержки производства биополимеров, расширяя их доступность. Использование таких материалов способствует диверсификации экономики, снижению зависимости от ископаемых ресурсов и поддержке глобальных инициатив по декарбонизации. Биополимеры становятся не только экологически безопасной, но и экономически эффективной альтернативой, способствуя устойчивому промышленному развитию и повышению конкурентоспособности [7,8].

Затраты на сырьё для производства биополимеров зависят от доступности сельскохозяйственных культур и их обработки. PLA, например, производится из кукурузного крахмала, стоимость которого зависит от урожайности кукурузы и рыночных условий. Несмотря на более высокие стартовые затраты по сравнению с нефтеосновными полимерами, такие биополимеры часто имеют более стабильные цены на сырьё.

Производственные затраты на биополимеры могут быть выше, особенно на начальных этапах внедрения. Однако в последние годы технологии производства биополимеров значительно улучшились. По данным отчёта [2], за последние 10 лет производство PLA стало на 25% дешевле благодаря внедрению более эффективных ферментационных процессов и уменьшению энергозатрат. Одним из основных преимуществ биополимеров является их способность к биодegradации и компостированию. По сравнению с традиционными пластиками, которые требуют сложных и дорогостоящих процессов переработки, такие биополимеры, как PHA и PLA, могут разлагаться естественным образом при наличии соответствующих условий. Это снижает затраты на утилизацию. В исследовании [3] показано, что биополимеры могут снижать расходы на утилизацию отходов на 20-30% в странах с развитыми системами компостирования.

Снижение углеродного следа. Биополимеры, такие как PLA и PHA, производятся из возобновляемого сырья и обладают значительно меньшим углеродным следом, чем традиционные полимеры. В исследовании [3] говорится, что производство PLA на 60% снижает выбросы парниковых газов по сравнению с полиэтиленом, что делает его экономически выгодным при учете долгосрочных экологических последствий.

Жизненный цикл и переработка. Сравнительный анализ жизненного цикла традиционных пластиков и биополимеров показывает, что, хотя начальные затраты на биополимеры могут быть выше, экономия на утилизации и снижение выбросов углерода делают их более выгодными в долгосрочной перспективе [9]. Компостируемые биополимеры, такие как PLA и PHA, требуют меньших затрат на утилизацию, так как они разлагаются естественным образом в условиях компостирования.

Приведем примеры применения биополимеров в промышленности: Автомобильная промышленность: Биокompозиты на основе целлюлозы и PHA используются в производстве внутренних и внешних компонентов автомобилей. В исследовании [2] показано, что такие материалы снижают вес автомобилей, что приводит к экономии топлива. Упаковочная индустрия: PLA и PHA широко используются в производстве упаковки для продуктов питания, а также в одноразовой посуде. Компании, такие как Coca-Cola, внедряют использование биопластиков для упаковки своей продукции, снижая углеродный след и затраты на переработку. Медицина: Биополимеры, такие как PLA, находят применение в медицине для производства рассасывающихся шовных материалов, имплантов и биосовместимых упаковок для лекарств. Эти материалы не только уменьшают экологическую нагрузку, но и снижают затраты на утилизацию медицинских отходов, как это показано [8].

Экономическое моделирование внедрения биополимеров. Согласно исследованию European Bioplastics Report [10], мировой рынок биополимеров ожидает устойчивый рост на уровне 10-12% в год в течение следующего десятилетия, что обусловлено ростом интереса к устойчивым материалам и усилением экологического регулирования. Страны ЕС и США активно субсидируют внедрение биополимеров в промышленность, что снижает барьеры для их массового производства.

Многие страны предоставляют субсидии на разработку и внедрение биополимеров. Например, в рамках программы Horizon 2020 Евросоюз выделяет гранты для развития биокompозитных материалов, что стимулирует компании переходить на устойчивые решения. Это создает предпосылки для экономической эффективности биополимеров по сравнению с традиционными пластиками.

Методология. Для оценки экономической эффективности традиционных полимеров и биополимеров был использован последовательный алгоритм расчётов, основанный на разделении затрат на несколько ключевых этапов. Описание алгоритма и этапов расчётов приведено ниже:

1. Сбор исходных данных. Собираются данные о стоимости сырья, энергоёмкости процесса, затратах на переработку и утилизацию, выбросах CO₂, а также ставках углеродных налогов для каждого типа полимера (традиционные полимеры и биополимеры).

2. Расчёт затрат на производство. На этом этапе вычисляются общие затраты на производство как для традиционных полимеров, так и для биополимеров. Для этого используется формула [11]:

$$C_{\text{prod}} = C_{\text{raw}} + C_{\text{energy}} + C_{\text{process}} \quad (1)$$

где:

C_{prod} – общие затраты на производство (USD/тонна);

C_{raw} – стоимость сырья (USD/тонна);

C_{energy} – затраты на энергию (USD/тонна);

C_{process} – технологические затраты (USD/тонна).

3. Расчёт затрат на утилизацию. Учитываются затраты на переработку отходов, захоронение или переработку отходов и дополнительные затраты на обработку:

$$C_{\text{util}} = C_{\text{disposal}} + C_{\text{treatment}} \quad (2)$$

где:

C_{util} – общие затраты на утилизацию (USD/тонна);

C_{disposal} – затраты на захоронение или переработку отходов (USD/тонна);

$C_{\text{treatment}}$ – дополнительные затраты на обработку (USD/тонна).

4. Расчёт углеродных налогов. Для учета налоговой нагрузки, связанной с выбросами углекислого газа, используется следующая формула 3.

$$C_{\text{carbon}} = E_{\text{CO}_2} + T_{\text{carbon}} \quad (3)$$

где:

C_{carbon} – углеродные налоги (USD/тонна);

E_{CO_2} – выбросы CO_2 (тонн CO_2 /тонна полимера);

T_{carbon} – налог на выбросы углекислого газа (USD/тонна CO_2).

5. Расчёт общих затрат. Итоговые совокупные затраты по жизненному циклу материала рассчитываются как сумма всех вышеуказанных компонент (формула 4).

$$C_{\text{total}} = C_{\text{prod}} + C_{\text{util}} + C_{\text{carbon}} \quad (4)$$

6. Оценка экономии за счёт снижения углеродного следа. Для количественной оценки выгод от применения биополимеров рассчитывается экономия на углеродных налогах

$$S_{\text{carbon}} = (E_{\text{CO}_2 \text{ traditional}} - E_{\text{CO}_2 \text{ bio}}) * T_{\text{carbon}} \quad (5)$$

где,

S_{carbon} – экономия за счёт снижения углеродных налогов (USD/тонна).

7. Прогноз затрат на 2030 год. С учетом прогнозируемого снижения себестоимости биополимеров на 20–30% за счёт масштабирования и технологических инноваций, производится экстраполяция затрат на горизонт 2030 года. Для расчетов используется модель линейного снижения

$$C_{\text{prod bio2030}} = C_{\text{prod bio}} * (1 - r) \quad (6)$$

где:

r – предполагаемое снижение себестоимости (в данном случае 25%).

8. Сравнительный анализ

На заключительном этапе проводится сопоставление совокупных затрат по типам материалов в текущих условиях и по прогнозу на 2030 год.

В результате применения разработанного алгоритма экономической оценки жизненного цикла полимерных материалов были получены обобщённые данные, представленные в таблице 1. На заключительном этапе анализа было выполнено сопоставление совокупных затрат по каждому типу материала – традиционных полимеров и биополимеров – как в текущих условиях, так и с учётом прогнозных сценариев на 2030 год.

Таблица –1

Сравнение совокупных затрат по видам полимеров (в условных единицах)

Параметр	Традиционные полимеры	Биополимеры (сегодня)	Биополимеры (2030)
Затраты на производство	1,200	2,200	1,650
Затраты на утилизацию	150	60	60
Углеродные налоги	600	100	100
Общие затраты	1,950	2,360	1,810
Экономия от CO ₂	-	500	500

* составлена авторами на основе расчетов

На основе проведённых расчётов оценена сравнительная экономическая эффективность традиционных полимеров и биополимеров с учётом затрат на производство, утилизацию и уплату углеродных налогов. Полученные данные позволяют сделать следующие обобщения:

1. Высокие стартовые затраты на производство биополимеров. На текущем этапе стоимость производства биополимеров значительно превышает аналогичный показатель для традиционных полимеров: в среднем 2 200 у.е./т против 1 200 у.е./т. Основными причинами являются высокая стоимость сырья, затраты на ферментацию, очистку и технологии переработки возобновляемых ресурсов [13]. Несмотря на это, биополимеры компенсируют данные издержки за счёт более низких затрат на утилизацию и снижение фискальной нагрузки за выбросы парниковых газов.

2. Сокращение расходов на утилизацию. Благодаря способности к биоразложению и компостированию, биополимеры требуют меньших затрат на утилизацию – в среднем 60 у.е./т против 150 у.е./т у традиционных пластиков. Это связано с тем, что биополимеры не нуждаются в сложной переработке и могут быть эффективно включены в биологические циклы утилизации [14]. Также внедрение биополимеров позволяет снизить общие затраты на утилизацию отходов на 20–30%.

3. Снижение углеродной нагрузки и налогов. Углеродные выбросы при производстве традиционных полимеров составляют в среднем 3 т CO₂/т, тогда как для биополимеров (например, PLA) – около 0,5 т CO₂/т. При текущих ставках налога на выбросы углерода, это даёт разницу в налоговых обязательствах: 600 у.е./т для традиционных полимеров и 100 у.е./т для биополимеров. Таким образом, экономия на углеродных налогах может составлять до 500 у.е./т продукции [10].

4. Сближение общих затрат к 2030 году. Совокупные затраты с учётом всех факторов (производство, утилизация, налоги) в текущих условиях составляют 1 950 у.е./т для традиционных полимеров и 2 360 у.е./т для биополимеров. Однако с прогнозируемым снижением себестоимости производства биополимеров на 20–30% к 2030 году (до 1 650 у.е./т) общие затраты могут уменьшиться до 1 810 у.е./т, что делает биополимеры экономически конкурентоспособными [13].

5. Адаптация к ужесточению экологического регулирования. С повышением требований к экологической ответственности, устойчивость к углеродному налогообложению и экологически безопасная утилизация отходов становятся стратегическими преимуществами биополимеров. Их внедрение в промышленность обеспечивает соответствие глобальным климатическим инициативам, особенно в рамках европейского регулирования [8].

6. Перспективы долгосрочной экономии и роста. В отраслях с высоким экологическим приоритетом (упаковка, автомобилестроение, медицина) биополимеры могут снижать совокупные издержки. Например, применение РНА-композитов позволяет уменьшить массу транспортных средств, что приводит к снижению расхода топлива на 5–7%, эквивалентно экономии до 300 у.е. за единицу продукции в течение срока службы [10]. При массовом внедрении биополимеров прогнозируется также снижение зависимости от ископаемого сырья и формирование новых рабочих мест – до 100 000 в ЕС к 2030 году [16].

Заключение. Сравнительный анализ подтверждает, что, несмотря на высокие стартовые затраты, биополимеры обладают значительными долгосрочными преимуществами: снижение расходов на утилизацию, уменьшение углеродных налогов и устойчивость к рыночным колебаниям делают их перспективным решением для бизнеса. Увеличение спроса на биоразлагаемые материалы стимулирует развитие технологий, что постепенно снижает себестоимость их производства. Для

успешного внедрения биополимеров необходимы скоординированные меры: увеличение инвестиций в исследования, государственные субсидии для стимулирования перехода, просвещение потребителей и производителей о преимуществах использования биополимеров, а также создание эффективной инфраструктуры для их переработки. Системная поддержка биополимеров позволит ускорить переход к более устойчивой экономике, минимизировать экологические риски и повысить конкурентоспособность предприятий. При должном развитии технологий и активной государственной поддержке биополимеры займут важное место в мировой индустрии, способствуя экологической и экономической стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Patrick S., Kartika A., Uwe W. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals // *Journal of Industrial Ecology*. – 2018. – №23(1). – P. 77–95. – doi:10.1111/jiec.12732
- 2 Jamshidian M., Tehrany E., Imran M., Jacquot M., & Desobry S. Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2010. – №9(5). – P.552-571. – doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00126.x
- 3 Reddy M., Vivekanandhan S., Misra M., Bhatia S., & Mohanty A. Biobased Plastics and Bionanocomposites: Current Status and Future Opportunities // *Progress in Polymer Science*. – 2013. – №38(10–11). – P. 1653–1689. – doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.006
- 4 Environmental and economic assessment of biodegradable and compostable alternatives for plastic materials in greenhouses // *Waste Management*. – 2024. – №175. – P. 92–100. – doi:10.1016/j.wasman.2023.12.049
- 5 Nidhiben Patel, Dagnija Blumerga. Insights of Bioeconomy: Biopolymer Evaluation Based on Sustainability Criteria // *Environmental and Climate Technologies*. – 2023. – №27(1). – P. 323–338. – doi.org/10.2478/rtuect-2023-0025
- 6 Aeschelmann F., & Carus M. Biobased Building Blocks and Polymers in the World: Capacities, Production, and Applications – Status Quo and Trends towards 2020 // *Industrial Biotechnology*. – 2015. – №11(3). – P. 154–159. – doi:10.1089/ind.2015.28999.fae
- 7 Yates M. Life cycle assessments of biodegradable, commercial biopolymers – A critical review // *Resources conservation and recycling*. – 2013. – №78. – P. 54–66. – Doi:10.1016/j.resconrec.2013.06.010
- 8 Pérez-Amaral T., Angulo I., & Torres M. Economic Impacts of Biodegradable Plastics Adoption: Global and Regional Assessments // *Journal of Cleaner Production*. – 2016. – №134. – P. 353–361.
- 9 Hottle T., Bilec M., & Landis A. Sustainability Assessments of Bio-Based Polymers // *Polymers*. – 2015. – №5(2). – P. 431–460. – doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918
- 10 European Bioplastics Report. Bioplastics Market Growth and Economic Forecast. European Bioplastics. – 2021. – URL: https://docs.european-bioplastics.org/publications/market_data/Report_Bioplastics_Market_Data_2021_short_version.pdf
- 11 Крайнов М.С. Экономика производств по переработке пластмасс. Техничко-экономический анализ и калькулирование себестоимости продукции практическое руководство. – ЦОП Профессия. – 2018. – 288 с.

REFERENCES

- 1 Patrick Schroeder, Kartika Anggraeni, Uwe Weber. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals // *Journal of Industrial Ecology*. – 2018. – №23(1). – P. 77–95. – doi:10.1111/jiec.12732
- 2 Jamshidian M., Tehrany E., Imran M., Jacquot M., & Desobry S. Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2010. – №9(5). – R.552-571. – doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00126.x
- 3 Reddy M., Vivekanandhan S., Misra M., Bhatia S., & Mohanty A. Biobased Plastics and Bionanocomposites: Current Status and Future Opportunities // *Progress in Polymer Science*. – 2013. – №38(10–11). – P. 1653–1689. – doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.006

4 Environmental and economic assessment of biodegradable and compostable alternatives for plastic materials in greenhouses // Waste Management. – 2024. – №175. – P. 92–100. – doi:10.1016/j.wasman.2023.12.049

5 Nidhiben P., Dagnija B. Insights of Bioeconomy: Biopolymer Evaluation Based on Sustainability Criteria // Environmental and Climate Technologies. – 2023. – №27(1). – P. 323–338. – doi.org/10.2478/rtuct-2023-0025

6 Aeschelmann F., & Carus M. Biobased Building Blocks and Polymers in the World: Capacities, Production, and Applications – Status Quo and Trends towards 2020 // Industrial Biotechnology. – 2015. – №11(3). – P. 154–159. – doi:10.1089/ind.2015.28999.fae

7 Yates M. Life cycle assessments of biodegradable, commercial biopolymers – A critical review // Resources conservation and recycling. – 2013. – №78. – P. 54–66. – Doi:10.1016/j.resconrec.2013.06.010

8 Pérez-Amaral T., Angulo I., & Torres M. Economic Impacts of Biodegradable Plastics Adoption: Global and Regional Assessments // Journal of Cleaner Production. – 2016. – №134. – P. 353–361.

9 Hottle T., Bilec M., & Landis A. Sustainability Assessments of Bio-Based Polymers // Polymers. – 2015. – №5(2). – P. 431–460. – doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918

10 European Bioplastics Report. Bioplastics Market Growth and Economic Forecast. European Bioplastics. – 2021. – URL: https://docs.european-bioplastics.org/publications/market_data/Report_Bioplastics_Market_Data_2021_short_version.pdf

11 Krajnov M. Jekonomika proizvodstv po pererabotke plastmass. Tehniko-jekonomicheskij analiz i kal'kulirovanie sebestoimosti produkcii prakticheskoe rukovodstvo [The Economy of Plastic Processing Industries. Technical and Economic Analysis and Cost Calculation of Products: A Practical Guide] // COP Professija, 2018. – 288 s. [in Russian]

Жунусбекова Н.М., Сатыбалдиева Д.О., Шалдарбекова К.Б., Исакова Т.К.

ТҰРАҚТЫ ДАМУ КОНТЕКСТІНДЕ МОДЕЛЬДІ ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУЫ

Андатпа

Тұрақты даму тұжырымдамасына жаһандық көшу жағдайында химиялық өндірістердің экономикалық тиімділігі мәселесі алдыңғы қатарға шығып, тек қаржылық қана емес, сонымен қатар экологиялық мәнге ие болуда. Бұл мақалада тұрақты даму тұрғысынан модельдік химиялық процестің кешенді экономикалық бағасы ұсынылып, өндірістік циклді оңтайландыру нүктелерін анықтау және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту мақсаты көзделген. Талдау құралы ретінде модельдік процестер өнімнің өмірлік циклінің барлық кезеңдеріндегі шығындарды – шикізаттан бастап энергияға, қайта өңдеу мен қалдықтарды кәдеге жаратуға дейін – ескеруге мүмкіндік береді.

Мысал ретінде биополимерлердің синтезі қарастырылады, бұл заманауи химия өнеркәсібіндегі инновациялық әрі экологиялық бағыт болып табылады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, биополимерлерді пайдалану қалдықтарды кәдеге жарату шығындарын 20–30%-ға дейін қысқартуға, сондай-ақ өнімнің әр тоннасы бойынша көміртек төлемдерін 150–200 шартты бірлікке дейін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде жалпы рентабельділікті арттырып, экологиялық шығындарды төмендетуге ықпал етеді.

Сонымен қатар, инвестициялық шешімдерді негіздеу үшін экономикалық модельдерді экологиялық көрсеткіштермен біріктіру әдістері қарастырылған. Ұсынылған тәсіл кәсіпорындардың экологиялық қауіпсіздікке, инновацияға және жаһандық нарықтың заманауи сын-қатерлері жағдайында ұзақ мерзімді экономикалық тұрақтылыққа бағытталған тұрақты даму стратегияларын әзірлеуде пайдалануға болады.

Zhunusbekova N., Satybaldiyeva D., Shaldarbekova K., Isakova T.

ECONOMIC EVALUATION OF A MODEL CHEMICAL PROCESS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Annotation

In the context of the global transition to sustainable development, the issue of economic efficiency in chemical production has become a priority, gaining not only financial but also environmental significance. This article presents a comprehensive economic assessment of a model chemical process from the perspective of sustainable development,

aimed at identifying optimization points in the production cycle and minimizing negative environmental impacts. Model processes, as an analytical tool, allow for the consideration of total costs at all stages of the product lifecycle, including raw materials, energy, recycling, and waste disposal.

As an example, the synthesis of biopolymers is discussed as an innovative and environmentally-oriented direction in modern chemical industry. The study results show that the use of biopolymers allows for a 20–30% reduction in waste disposal costs, as well as a decrease in carbon taxes by 150–200 units per ton of product, thereby improving overall profitability and reducing environmental costs.

Furthermore, methods for integrating economic models with environmental indicators for justifying investment decisions are discussed. The proposed approach can be used for developing sustainable development strategies for enterprises focused on environmental safety, innovation, and long-term economic sustainability in the face of the current challenges of the global market.

