
Научная статья

УДК 338.2

<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2025-3-70-77>

EDN KYDDXK

Оценка факторов развития предприятий нефтехимического комплекса на примере производства пластмасс и синтетических смол в первичной форме

Эмиль Камильевич Вагапов, Инна Викторовна Циклаури[✉]

*Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет), Москва, Россия, i.tsiklaury@gmail.com[✉]*

Аннотация. Нефтехимическая промышленность играет значительную роль в достижении структурной трансформации промышленности сектора в сфере производства продукции с высокой добавленной стоимостью, что повышает актуальность выбора направлений ее дальнейшего развития. Современные предприятия сталкиваются с рядом вызовов, обусловленных глобализацией, необходимостью развития инновационной деятельности, возрастающей конкуренцией и значительным усилением санкционного давления. В условиях высокой неопределенности и необходимости быстрой адаптации к изменяющимся условиям значительно усиливается важность определения ключевых факторов, позволяющих моделировать различные сценарии развития и обеспечивающих поддержку принятия обоснованных решений, что является необходимым для повышения эффективности и устойчивости организаций. Определены основные факторы роста и проведена оценка их влияния на повышение эффективности предприятий нефтехимической промышленности. Выполнен анализ литературы и систематизированы факторы, которые должны быть учтены в процессе принятия решений, направленных на развитие предприятий нефтехимического комплекса. В качестве основных выделены привлечение инвестиций, повышение инновационной активности, оптимизация себестоимости продукции. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что стимулирование роста удельного веса инновационных товаров прямую влияет на увеличение объемов отгруженной продукции и снижение себестоимости производства. Отмечено, что инновации способны обеспечить достижение трендов декарбонизации отрасли путем снижения углеродоемкости производственных процессов, повышения энергоэффективности и перехода на использование возобновляемых источников энергии в рамках разработки и внедрения зеленых инновационных технологий. При этом тесная корреляционная связь показывает наличие зависимости между бюджетными инвестициями и затратами на инновации, что обосновывает мультиплексивный эффект роста затрат на НИОКР, развития технологической базы и внедрения инновационных технологий.

Ключевые слова: предприятия нефтехимической промышленности, инвестиции, уровень инновационной активности, бюджетные инвестиции, факторы развития

Для цитирования: Вагапов Э. К., Циклаури И. В. Оценка факторов развития предприятий нефтехимического комплекса на примере производства пластмасс и синтетических смол в первичной форме // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2025. № 3. С. 70–77. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2025-3-70-77>. EDN KYDDXK.

Original article

Assessment of enterprises development factors of the petrochemical complex on the example of plastics production and synthetic resins in primary form

Emil K. Vagapov, Inna V. Tsiklauri[✉]

*K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University),
Moscow, Russia, i.tsiklaury@gmail.com[✉]*

Abstract. The petrochemical industry plays a significant role in achieving the structural transformation of the sector's industry in the production of high-value-added products, which increases the feasibility of choosing areas for its fur-

ther development. Modern enterprises face a number of challenges due to globalization, the need to develop innovative activities, increasing competition and a significant increase in sanctions pressure. In conditions of high uncertainty and the need for rapid adaptation to changing conditions, the importance of identifying key factors that allow modeling various development scenarios and support informed decision-making is significantly increased, which is necessary to increase the efficiency and sustainability of organizations. The main growth factors have been identified and their impact on improving the efficiency of petrochemical industry enterprises has been assessed. The literature is analyzed and the factors that should be taken into account in the decision-making process aimed at the development of petrochemical enterprises are systematized. The main ones are attracting investments, increasing innovation activity, and optimizing the cost of production. The results of the correlation analysis indicate that stimulating the growth of the share of innovative goods directly affects the increase in the volume of shipped products and the reduction in production costs. It is noted that innovations can ensure the achievement of trends in decarbonization of the industry by reducing the carbon intensity of production processes, increasing energy efficiency and switching to the use of renewable energy sources as part of the development and implementation of green innovative technologies. At the same time, a close correlation shows the existence of a relationship between budget investments and innovation costs, which justifies the multiplicative effect of rising R&D costs, the development of the technological base and the introduction of innovative technologies.

Keywords: petrochemical enterprises, investments, level of innovation activity, budget investments, development factors

For citation: Vagapov E. K., Tsiklauri I. V. Assessment of enterprises development factors of the petrochemical complex on the example of plastics production and synthetic resins in primary form. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics.* 2025;3:70-77. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2025-3-70-77>. EDN KYDDXX.

Введение

В настоящее время мировой рынок нефтехимической продукции характеризуется быстро меняющимися технологиями, изменчивостью потребительского спроса и более коротким жизненным циклом продукции. Развитие нефтехимического комплекса (НХК) подвержено влиянию различных факторов, таких как политические отношения, налоги и регуляторные требования, обменный курс валюты, колебания цен на сырую нефть, инструменты государственной поддержки, в связи с чем носит нелинейный характер. При этом НХК тесно связан с другими жизненно важными секторами экономики любой страны, такими как строительство, автомобилестроение, пищевая промышленность, энергетика, логистика и т. д. Нефтехимическая продукция играет важнейшую роль в ускорении экономического развития, что требует разработки и принятия мер, направленных на повышение эффективности функционирования предприятий НХК.

Конкуренция и внешнеполитические факторы на современном рынке сделали нефтехимический сектор более уязвимым и стали причиной серьезных вызовов. В связи с этим *целью исследования* выступает проведение систематического изучения факторов, оказывающих влияние на развитие предприятий нефтехимической отрасли. *Задачи:* выявление ключевых факторов роста предприятий отрасли; оценка тесноты связи между объемом выпуска продукции предприятиями как индикатора развития отрасли, а также выявленными в процессе анализа ключевыми факторами.

Для достижения поставленных исследовательских задач использован обзор литературы по выявлению факторов развития отрасли, проведен корреляционно-регрессионный анализ тесноты связи

между выявленными факторами, предлагаются управленические и теоретические выводы.

Материалы исследования

Нефтехимическая промышленность играет значительную роль в достижении промышленного развития путем преобразования ископаемого топлива в продукты с высокой добавленной стоимостью. Потенциал отрасли способен сделать ее одним из основных двигателей экономического роста. Имея значительные запасы нефти и газа, Россия обладает преимуществом ценных стратегических природных ресурсов. Она занимает высокое место по общим запасам углеводородов, однако использование этих природных ресурсов в качестве источника энергии приводит к экономической зависимости страны от этих ресурсов. В течение многих лет экономика страны не могла быть независимой от ископаемых ресурсов из-за структурной слабости рынков капитала и отсутствия значительного прогресса в перерабатывающих отраслях.

За последние несколько лет на отраслевом уровне был принят ряд стратегических решений по развитию предприятий НХК, но несмотря на значительные успехи, в том числе определяемые ростом объема выпуска продукции (рис. 1), имеется ряд проблем, значительно усилившихся под влиянием санкционной политики в отношении России.

Согласно рис. 1 себестоимость реализованной продукции повышается более быстрыми темпами по сравнению с объемом отгруженной продукции в стоимостном выражении. Также важно отметить снижение объемов производства пластмасс и синтетических смол в первичных формах в натуральном выражении начиная с 2018 г.

Представленные тенденции позволяют сделать выводы, во-первых, о снижении спроса на продук-

цию подотрасли, вызванного и санкционными ограничениями, а во-вторых, об увеличении стоимости ресурсов, необходимых для обеспечения производственного процесса. Рассматривая тенденции эко-

номических показателей предприятий подотрасли, также необходимо отметить наличие проблем в функционировании предприятий (рис. 2).



Рис. 1. Темпы роста показателей производства в натуральном выражении [1]

Fig. 1. Growth rates of production indicators in physical terms [1]

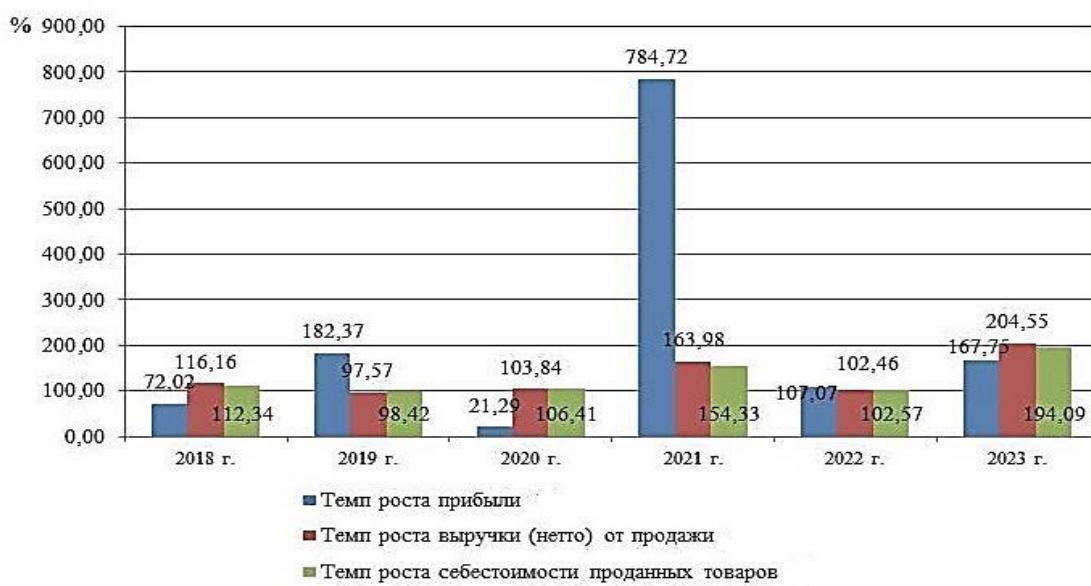


Рис. 2. Динамика экономического результата производства предприятий нефтегазохимической отрасли [1]

Fig. 2. Dynamics of the economic result of the production of enterprises of the petrochemical industry [1]

Следуя логике базового динамического норматива, который предполагает, что эффективное развитие предприятия обеспечивается при превышении темпов роста прибыли над темпами роста выручки и темпами роста себестоимости продукции,

можно сделать вывод о более высоких темпах роста затрат на производство по сравнению с темпами роста прибыли, что характеризует тенденцию к снижению маржинальности продукции или недостаточной эффективности управления ресурсами

и вызывает необходимость проведения более детального анализа факторов, оказывающих влияние на развитие предприятий подотрасли. Для выявления таких факторов проведем систематический анализ литературы, представленной в реферативно-цитатных базах eLibrary и ScieneDirect. Отбор источников произведен по двум основным критериям: рецензируемость журнала и год публикации (с 2017

по 2025 г.). Основной исследовательский вопрос: выявление и обоснование факторов, которые должны быть учтены в процессе принятия решений о выборе направлений развития предприятий НХК.

Систематизация отобранных публикаций позволила выделить следующий перечень основных факторов (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

**Факторы, оказывающие значительное влияние
на развитие предприятий нефтехимического комплекса**

Factors that have a significant impact on the development of enterprises of the petrochemical complex

Фактор	Авторы
Привлечение инвестиций	В. Х. Фарашах, З. Сазвар, С. Х. Хоссейни [2], А. А. Лубнина, И. Н. Ханеев [3], М. Аль-Самхан, Дж. Аль-Фадхли, А. М. Аль-Отаibi, Ф. Аль-Аттар, Р. Буресли, М. С. Рана [4], Дж. Сковгаард, Г. Финкилл, Ф. Бауэр, М. Охман, Т. Д. Нильсен [5], Я. С. Марзнаки, А. Хамсе, М. Х. Шакиб [6], Х. Квон, Т. Н. До, Дж. Ким [7]
Повышение инновационной активности	С. В. Афанасьев, С. П. Сергеев [8], А. А. Лубнина, И. Н. Ханеев [3], М. Фаллах, А. Саламатбаши-Варджови, А. Пахлевани [9], Х. Хассани, Э. С. Силва, А. М. Аль-Кааби [10]
Оптимизация себестоимости продукции, повышение энергоэффективности	Е. Ли, Б. Дж. Чоу, С. Ф. Хуанг [11], И. Джанникопулос, А. Скоутерис, Д. Т. Аллен, М. Балдеа, М. А. Штадтерр [12], С. Смагулова, А. Ермуханбетова, К. Нургалиева [13], Х. Квон, Т. Н. До, Дж. Ким [7], Н. Сян, С. Ли, С. Шу, Ф. Сюй [14], А. И. Шинкевич, Т. В. Малышева, И. А. Заразиченко [15], Х. Р. Омран, С. М. Эль-Марсафи, Ф. Х. Ашур, Э. Ф. Абадир [16]
Промышленная кластеризация	Е. Д. Банарцева, Л. В. Ермолина [17], Е. Б. Малей [18], Т. В. Пономаренко, И. Г. Горбатюк, А. Е. Череповицьын [19]
Декарбонизация, учет экологических и регуляторных тенденций	С. В. Афанасьев, С. П. Сергеев [8], М. А. Зотов, А. С. Поникарова, И. В. Гилязутдинова, А. А. Салин [20], А. Л. Лисовский [21], А. И. Шинкевич [22], Э. Кейвани, М. Аббаспур, З. Абеди, М. Ахмадиан [23]

Так, инвестиции рассматриваются как один из наиболее важных факторов для стимулирования развития всех экономических и социальных систем. При условии привлечения необходимого объема и оптимального распределения в различных секторах инвестиции способны обеспечить устойчивое развитие всей экономической системы. Однако важен также аспект создания условий для привлечения капитала частного сектора путем проведения эффективной государственной политики и создания необходимой инфраструктуры. В России, несмотря на огромные запасы нефти и газа, существует значительный разрыв между развитием нефтехимической отрасли и ее потенциалом, что обусловлено как недостаточностью объемов инвестиций, так и уровнем инновационной активности предприятий.

Как отмечено в работах [8–10], инновации и технологии в нефтехимической промышленности тесно связаны с их уровнем в нефтяном секторе, а также обусловлены волатильностью цен, геопо-

литикой и экономической неопределенностью. Поэтому нефтехимическая отрасль должна использовать инновации там, где это больше всего необходимо, а не стремиться применять их широко ко всей отрасли [10].

Первоначально инновации рассматривались как относительно простой, односторонний процесс, который начинается с фундаментальных исследований, а затем переходит от прикладных исследований к разработке и распространению технологий. Основное понимание, заложенное в этой линейной модели инноваций, заключалось в том, что лучший способ увеличить выпуск новых технологий – это увеличить ассигнование ресурсов в сферу науки. Однако технологические изменения не являются линейным процессом. В то время как линейная модель инноваций была в большей степени ориентирована на предложении, во второй половине XX в. приобрела популярность теория спроса, в результате чего считалось, что спрос на товары и услуги оказывает большее влияние

на стимулирование инноваций, чем прогресс в области знаний. Сегодня перспективы как со стороны предложения, так и со стороны спроса считаются важными, в связи с чем большее внимание уделяется сложным, системным обратным связям между спросом и предложением на инновационные товары. Что касается нефтехимической отрасли, авторы единогласны в позиции о значительной роли инновации [10]. Однако инновации в нефтехимической промышленности преобладают больше в процессах, а не в продуктах. Более детально виды инноваций в нефтехимической отрасли представлены в работе [9], где проведен анализ влияния инноваций на финансовые показатели компаний, работающих в нефтехимической отрасли. Результаты анализа доказывают, что инновации в материалах и оборудовании, а также в продуктах оказывают прямое и значительное влияние на доходность корпоративных активов. Но влияние маркетинговых инноваций на рентабельность активов незначительно, при этом последние оказывают прямое и сильное влияние на рыночную стоимость компании [9].

Влияние эффективного управления себестоимостью нефтехимической продукции, ее оптимизацией за счет энергосбережения, rationalности цепей поставок, управления ресурсами на развитие предприятий НХК раскрывается в работах [11–16]. Особая роль отводится декарбонизации, а также необходимости учитывать экологические и регуляторные тенденции [8, 20–23].

Факторы производства в процессе экономической деятельности используются в качестве комплементарных, что обуславливает необходимость их совместного исследования [24]. С оптимизацией себестоимости и привлечения инвестиций тесно связаны вопросы промышленной кластеризации. На современном этапе нефтехимическая промышленность функционирует в мультикалярном контексте [25]. С одной стороны, отрасль стала гло-

бальной с точки зрения доминирующих корпораций, технологических знаний и рыночной конкуренции, особенно в области товарной химии. С другой стороны, инвестиционные решения формируются национальной политикой и промышленными кластерами, в которых расположены нефтехимические предприятия. При этом промышленные кластеры считаются более эффективными с точки зрения повышения эффективности использования ресурсов, мобилизации и объединения ресурсов, сокращения отходов и снижения производственных затрат, чем отдельные предприятия.

Таким образом, систематизация представленных выше источников, раскрывающих ключевые факторы стимулирования роста нефтехимического производства, позволила выделить наиболее важные из них, такие как инвестиций, уровень инновационной активности, оптимизация себестоимости продукции, повышение энергоэффективности, а также промышленная кластеризация и учет тенденций декарбонизации отрасли. Далее для оценки тесноты связи между ростом отрасли и выделенными факторами проведем корреляционно-регрессионный анализ. В качестве независимой переменной выбран объем отгруженной продукции предприятий по производству пластмасс и синтетических смол в первичных формах (Y); также в качестве независимых переменных определены:

- инвестиции в основной капитал (X_1), млрд руб.;
- затраты на инновации (X_2), млрд руб.;
- удельный вес инновационных товаров, работ, услуг (X_3), %;
- бюджетные инвестиции (X_4), млн руб.;
- число используемых передовых производственных технологий (X_5), ед.;
- себестоимость проданных товаров, продукции (X_6), млрд руб.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Матрица парных корреляций

The matrix of paired correlations

Переменная	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Y	1							
X_1	-0,1033	-0,05149	1					
X_2	0,62226	0,73351	0,5717	1				
X_3	0,7308	0,71601	-0,6232	0,23450	1			
X_4	0,5583	0,55161	0,6603	0,8971	-0,01110	1		
X_5	-0,4490	-0,09551	-0,1724	-0,13062	0,07021	-0,4831	1	
X_6	0,8528	0,81837	0,3213	0,7857	0,30417	0,84346	-0,55406	1

Согласно табл. 2 наиболее тесная связь отмечается между объемом отгруженных товаров (Y)

и себестоимостью проданных товаров и услуг (X_6), удельным весом инновационных товаров (X_3)

и затратами на инновации (X_2). Объем затрат на инновационную деятельность (X_2) имеет тесную связь с объемом инвестиций за счет средств бюджета (X_4). Значения коэффициентов проверены на статистическую значимость на уровне $p = 0,05$.

Полученные результаты корреляционного анализа позволяют сделать вывод о необходимости привлечения инвестиций в инновационную деятельность предприятий НХК, что позволит увеличить долю инновационной продукции в общем объеме выпуска и, как следствие, высокой корреляционной зависимости, способствовать росту объемов продаж продукции. Кроме того, для развития инновационной деятельности необходима разработка эффективной государственной политики в области привлечения инвестиций в инновации. Также необходимо учитывать важность глобального тренда декарбонизации нефтехимической промышленности, который может быть достигнут разработкой и внедрением зеленых инновационных технологий при соответствующем государственном участии.

Выводы

1. Несмотря на то, что инвестиции, согласно результатам проведенного систематического обзора литературы, рассматриваются в качестве одного из ключевых факторов стимулирования производ-

ства, данные корреляционного анализа показывают низкую обратную связь. Данный факт можно объяснить такими причинами, как наличие значительного временного лага окупаемости инвестиций и смещение спроса в сторону более инновационной продукции.

2. Важно отметить необходимость оптимального распределения инвестиций и создания условий для роста спроса на продукцию, проведения правильной политики и создания необходимой инфраструктуры. Так, наличие заметной связи ($K_{\text{коррел}} = 0,66$) между объемом инвестиций в основной капитал и объемом инвестиций за счет бюджета может указывать на тот факт, что государственная поддержка предприятий отрасли способна выступать толчком к росту частных инвестиций.

3. Исходя из наличия заметной связи между объемом отгруженной продукции и затратами на инновации, также можно утверждать, что инновации и технологические достижения являются важнейшими составляющими роста отрасли. Предприятия НХК должны поставлять продукты, отвечающие потребностям рынка в инновационных товарах.

4. С учетом глобального тренда декарбонизации нефтехимической промышленности имеется потребность разработки зеленых инновационных технологий, которая может быть реализована при соответствующем государственном участии.

Список источников

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicators> (дата обращения: 05.04.2025).
2. Farashah V. H., Sazvar Z., Hosseini S. H. A dynamic model to formulate effective capacity expansion policies in Iranian petrochemical Industry to complete the value chain // Energy Policy. 2021. N. 148. P. 111992.
3. Лубнина А. А., Ханеев И. Н. Мультипликатор развития инновационной химической макротехнологии // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. 2023. Т. 25. № 6 (116). С. 43–49.
4. Al-Samhan M., Al-Fadhli J., Al-Otaibi A. M., Al-Attar F., Bouresli R., Rana M. S. Prospects of refinery switching from conventional to integrated: An opportunity for sustainable investment in the petrochemical industry // Fuel. 2022. N. 310. P. 122161.
5. Skovgaard J., Finkill G., Bauer F., Åhman M., Nielsen T. D. Finance for fossils – The role of public financing in expanding petrochemicals // Global Environmental Change. 2023. N. 80. P. 102657.
6. Marznaki Ya. S., Khamseh A., Shakib M. H. A system dynamics approach for investigating technology transfer capacities in Iranian polymer pipe and fittings industry // Technology Analysis and Strategic Management. 2024. N. 36 (3). P. 501–517.
7. Kwon H., Do T. N., Kim J. Optimization-based integrated decision model for smart resource management in the petrochemical industry // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2022. N. 113. P. 232–246.
8. Афанасьев С. В., Сергеев С. П. Инновации и «зеленые технологии» для нефтехимии и нефтедобычи // Neftegaz. RU. 2021. № 8. С. 80–85.
9. Fallah M., Salamatbakhsh-varjovi A., Pahlevani A. The impact of business model innovation on financial performance of petrochemical company // Journal of Investment Knowledge. 2021. N. 10 (39). P. 609–622.
10. Hassani H., Silva E. S., Al Kaabi A. M. The role of innovation and technology in sustaining the petroleum and petrochemical industry // Technological Forecasting and Social Change. 2017. N. 119. P. 1–17.
11. Lee C. Ye., Chou B. J., Huang Ch. F. Data science and reinforcement learning for price forecasting and raw material procurement in petrochemical industry // Advanced Engineering Informatics. 2022. N. 51. P. 101443.
12. Giannikopoulos I., Skouteris A., Allen D. T., Baldea M., Stadtherr M. A. Multi-objective optimization of production cost and carbon loss in the US petrochemicals industry // Computer Aided Chemical Engineering. 2022. N. 49. P. 547–552.
13. Smagulova S., Yermukhanbetova A., Nurgaliyeva K., Sariya B., Baimukasheva Z., Manap A., Akimbekova C. The impact of energy production on the introduction of ICT and the growth of AIC in Kazakhstan // International Journal of Energy Economics and Policy. 2023. N. 13 (1). P. 477–488.
14. Xiang N., Li S., Shu C., Xu F. Dynamic material flow analysis of Chinese ethylene production processes and optimal pathway exploration with potential environmental-economic impacts // Journal of Cleaner Production. 2023. N. 392. P. 136282.
15. Shinkevich A. I., Malysheva T. V., Zaraichenko I. A., Lubnina A. A., Garipova G. R., Sharafutdinova M. M. Inves-

- tigation of energy consumption trends in petrochemical plants for the management of resource saving // E3S Web of Conferences. 2019. N. 124. P. 04005.
16. Omran H. R., El-Marsafy S. M., Ashour F. H., Abadir E. F. Economic evaluation of aromatics production, a case study for financial model application in petrochemical projects // Egyptian Journal of Petroleum. 2017. N. 26 (4). P. 855–863.
17. Банарцева Е. Д., Ермолина Л. В. Кластеризация экономики как фактор успешного развития регионов России // Основы экономики, упр. и права. 2021. № 6 (31). С. 46–49.
18. Нефтехимические кластеры: экономико-правовые основы формирования и управления: моногр. Новополоцк: Изд-во ПГУ, 2022. 195 с.
19. Ponomarenko T. V., Gorbatyuk I. G., Cherepovitsyn A. E. Industrial clusters as an organizational model for the development of Russia petrochemical industry // Journal of Mining Institute. 2024. V. 270. P. 1024–1037.
20. Зотов М. А., Поникарова А. С., Гильзутдинова И. В., Салин А. А. Оценка сбалансированности инновационного устойчивого развития как фактор повышения промышленной безопасности предприятия // Russian Journal of Innovation Economics. 2022. № 12 (4). С. 2529–2544.
21. Лисовский А. Л. Переход к устойчивому развитию: эмпирический анализ факторов, мотивирующих промышленные компании к внедрению ESG-практик // Стратег. решения и риск-менеджмент. 2021. Т. 12. № 3. С. 262–272.
22. Шинкевич А. И., Кудрявцева С. С., Хакимуллин Ю. Н., Фарахов М. И. Экологические инновации как фактор развития нефтехимической промышленности в России // Омск. науч. вестн. 2021. № 5 (179). С. 19–23.
23. Keivani E., Abbaspour M., Abedi Z., Ahmadian M. Promotion of low-carbon economy through efficiency analysis: a case study of a petrochemical plant // International Journal of Environmental Research. 2021. N. 15. P. 45–55.
24. Valizadeh J., Sadeh E., Javanmard H., Davodi H. The effect of energy prices on energy consumption efficiency in the petrochemical industry in Iran // Alexandria Engineering Journal. 2018. N. 57 (4). P. 2241–2256.
25. Geels F. W. Conflicts between economic and low-carbon reorientation processes: insights from a contextual analysis of evolving company strategies in the United Kingdom petrochemical industry (1970–2021) // Energy Research and Social Science. 2022. N. 91. P. 102729.

References

1. Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [The official website of the Federal State Statistics Service]. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicators> (accessed: 05.06.2025).
2. Farashah V. H., Sazvar Z., Hosseini S. H. A dynamic model to formulate effective capacity expansion policies in Iranian petrochemical Industry to complete the value chain. *Energy Policy*, 2021, no. 148, p. 11992.
3. Lubnina A. A., Khaneev I. N. Muльтиплікатор розвиття innovatsionnoi khimicheskoi makrotehnologii [Multiplier of the development of innovative chemical macrotechnology]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2023, vol. 25, no. 6 (116), pp. 43–49.
4. Al-Samhan M., Al-Fadhli J., Al-Otaibi A. M., Al-Attar F., Bouresli R., Rana M. S. Prospects of refinery switching from conventional to integrated: An opportunity for sustainable investment in the petrochemical industry. *Fuel*, 2022, no. 310, p. 122161.
5. Skovgaard J., Finkill G., Bauer F., Åhman M., Nielsen T. D. Finance for fossils – The role of public financing in expanding petrochemicals. *Global Environmental Change*, 2023, no. 80, p. 102657.
6. Marznaki Ya. S., Khamseh A., Shakib M. H. A system dynamics approach for investigating technology transfer capacities in Iranian polymer pipe and fittings industry. *Technology Analysis and Strategic Management*, 2024, no. 36 (3), pp. 501–517.
7. Kwon H., Do T. N., Kim J. Optimization-based integrated decision model for smart resource management in the petrochemical industry. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2022, no. 113, pp. 232–246.
8. Afanas'ev S. V., Sergeev S. P. Innovatsii i «zelene tekhnologii» dla neftekhimii i neftedobychi [Innovations and “green technologies” for petrochemistry and oil production]. *Neftegaz. RU*, 2021, no. 8, pp. 80–85.
9. Fallah M., Salamatbakhsh-varjovi A., Pahlevani A. The impact of business model innovation on financial performance of petrochemical company. *Journal of Investment Knowledge*, 2021, no. 10 (39), pp. 609–622.
10. Hassani H., Silva E. S., Al Kaabi A. M. The role of innovation and technology in sustaining the petroleum and petrochemical industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, no. 119, pp. 1–17.
11. Lee C. Ye., Chou B. J., Huang Ch. F. Data science and reinforcement learning for price forecasting and raw material procurement in petrochemical industry. *Advanced Engineering Informatics*, 2022, no. 51, p. 101443.
12. Giannopoulos I., Skouteris A., Allen D. T., Baldea M., Stadtherr M. A. Multi-objective optimization of production cost and carbon loss in the US petrochemicals industry. *Computer Aided Chemical Engineering*, 2022, no. 49, pp. 547–552.
13. Smagulova S., Yermukhanbetova A., Nurgaliyeva K., Sariya B., Baimukasheva Z., Manap A., Akimbekova C. The impact of energy production on the introduction of ICT and the growth of AIC in Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2023, no. 13 (1), pp. 477–488.
14. Xiang N., Li S., Shu C., Xu F. Dynamic material flow analysis of Chinese ethylene production processes and optimal pathway exploration with potential environmental-economic impacts. *Journal of Cleaner Production*, 2023, no. 392, p. 136282.
15. Shinkevich A. I., Malysheva T. V., Zaraichenko I. A., Lubnina A. A., Garipova G. R., Sharafutdinova M. M. Investigation of energy consumption trends in petrochemical plants for the management of resource saving. *E3S Web of Conferences*, 2019, no. 124, p. 04005.
16. Omran H. R., El-Marsafy S. M., Ashour F. H., Abadir E. F. Economic evaluation of aromatics production, a case study for financial model application in petrochemical projects. *Egyptian Journal of Petroleum*, 2017, no. 26 (4), p. 855–863.
17. Banartseva E. D., Ermolina L. V. Klasterizatsiia ekonomiki kak faktor uspeshnogo razvitiia regionov Rossii [Clusterization of the economy as a factor of successful development of Russian regions]. *Osnovy ekonomiki, upravleniia i prava*, 2021, no. 6 (31), pp. 46–49.
18. Neftekhimicheskie klastery: ekonomiko-pravovye osnovy formirovaniia i upravleniia: monografija [Petrochemical clusters: economic and legal foundations of formation and

management: monograph]. Novopolotsk, Izd-vo PGU, 2022. 195 p.

19. Ponomarenko T. V., Gorbatyuk I. G., Cherepovitsyn A. E. Industrial clusters as an organizational model for the development of Russia petrochemical industry. *Journal of Mining Institute*, 2024, vol. 270, pp. 1024-1037.

20. Zotov M. A., Ponikarova A. S., Giliazutdinova I. V., Salin A. A. Otsenka sbalansirovannosti innovatsionnogo ustoichivogo razvitiia kak faktor povysheniia promyshlennoi bezopasnosti predpriatiiia [Assessment of the balance of innovative sustainable development as a factor of increasing the industrial safety of the enterprise]. *Russian Journal of Innovation Economics*, 2022, no. 12 (4), pp. 2529-2544.

21. Lisovskii A. L. Perekhod k ustoichivomu razvitiu: empiricheskii analiz faktorov, motiviruiushchikh promyshlennye kompanii k vnedreniiu ESG-praktik [Transition to sustainable development: an empirical analysis of the factors motivating industrial companies to implement ESG practices]. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment*, 2021, vol. 12, no. 3, pp. 262-272.

22. Shinkevich A. I., Kudriavtseva S. S., Khakimullin Iu. N., Farakhov M. I. Ekologicheskie innovatsii kak faktor razvitiia neftekhimicheskoi promyshlennosti v Rossii [Environmental innovations as a factor in the development of the petrochemical industry in Russia]. *Omskii nauchnyi vestnik*, 2021, no. 5 (179), pp. 19-23.

23. Keivani E., Abbaspour M., Abedi Z., Ahmadian M. Promotion of low-carbon economy through efficiency analysis: a case study of a petrochemical plant. *International Journal of Environmental Research*, 2021, no. 15, pp. 45-55.

24. Valizadeh J., Sadeh E., Javanmard H., Davodi H. The effect of energy prices on energy consumption efficiency in the petrochemical industry in Iran. *Alexandria Engineering Journal*, 2018, no. 57 (4), pp. 2241-2256.

25. Geels F. W. Conflicts between economic and low-carbon reorientation processes: insights from a contextual analysis of evolving company strategies in the United Kingdom petrochemical industry (1970–2021). *Energy Research and Social Science*, 2022, no. 91, p. 102729.

Статья поступила в редакцию 19.04.2025; одобрена после рецензирования 12.05.2025; принята к публикации 17.09.2025
The article was submitted 19.04.2025; approved after reviewing 12.05.2025; accepted for publication 17.09.2025

Информация об авторах / Information about the authors

Эмиль Камильевич Вагапов – аспирант кафедры финансов, бухгалтерского учета и экономической безопасности; Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет); vek080@me.com

Emil K. Vagapov – Postgraduate Student of the Department of Finance, Accounting and Economic Security; K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University); vek080@me.com

Инна Викторовна Циклаури – кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры финансов, бухгалтерского учета и экономической безопасности; Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет); i.tsiklaury@gmail.com

Inna V. Tsiklauri – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Finance, Accounting and Economic Security; K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University); i.tsiklaury@gmail.com

