

Риски технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе

Буньковский Дмитрий Владимирович

Доктор экономических наук, доцент, SPIN-код РИНЦ: [9821-8511](#), ORCID: [0000-0002-0673-9952](#), bdv611@yandex.ru

Восточно-Сибирский институт МВД России; Байкальский государственный университет, Иркутск, РФ.

Аннотация

В статье представлено краткое описание результатов исследования рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе при их взаимодействии. Современная деятельность отраслевых субъектов предпринимательства предполагает разностороннее развитие различных форм их отношений как между собой, так и с широким кругом смежных структур, государственных и международных учреждений и институтов. Углубляются технологические взаимосвязи отраслевых производств, и растет взаимозависимость субъектов предпринимательства, что может быть сопряжено с возникновением различного рода угроз их экономической безопасности. Цель работы — осмысление проблем и моделирование оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в отрасли. В ходе исследования опыта взаимодействия субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе применены такие методы, как наблюдение, анализ, синтез, обобщение, систематизация и гипотетико-дедуктивное рассуждение. Кроме того, использованы методы экономико-математического моделирования. Теоретической базой исследования стали труды отечественных и зарубежных ученых в области взаимодействия субъектов предпринимательства и экономики нефтегазохимического комплекса. В результате проведенного исследования определены и охарактеризованы основные направления углубления технологической взаимозависимости субъектов предпринимательства в отрасли; разработана концептуальная экономико-математическая модель оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе, включающая в себя анализ влияния технологической зависимости субъекта предпринимательства на уровень его экономической безопасности. Предложенная модель может быть применена при выработке и реализации стратегий технологического взаимодействия и инструментария управления рисками отраслевых субъектов предпринимательства. Описанные в работе причинно-следственные связи должны учитываться при формировании политики регулирования и развития нефтегазохимического комплекса.

Ключевые слова

Нефтегазохимический комплекс, предпринимательство, технологическая зависимость, риски, экономическая безопасность.

Для цитирования

Буньковский Д.В. Риски технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе // Государственное управление. Электронный вестник. 2025. № 112. С. 137–148. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-112-2025-137-148

Risks of Technological Dependence of Entrepreneurial Entities in the Oil and Gas Chemical Complex

Dmitry V. Bunkovsky

DSc (Economics), Associate Professor, ORCID: [0000-0002-0673-9952](#), bdv611@yandex.ru

East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia; Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation.

Abstract

The article presents a brief description of the results of the study of technological dependence risks of entrepreneurial entities in the oil and gas chemical complex during their interaction. The modern activity of industry entrepreneurial entities involves the diversified development of various forms of their relations both among themselves and with a wide range of related structures, state and international institutions. Technological interrelations of industry production are deepening, and the interdependence of entrepreneurial entities is growing, which may be associated with the emergence of various kinds of threats to their economic security. The aim of the work is to understand the problems and model the risk assessment of technological dependence of entrepreneurial entities in the industry. In the course of studying the experience of interaction of entrepreneurial entities in the petrochemical complex, such methods as observation, analysis, synthesis, generalization, systematization and hypothetical-deductive reasoning were used. In addition, methods of economic and mathematical modelling were used. The theoretical basis of the study were the works of domestic and foreign scientists in the field of interaction of entrepreneurial entities and the economy of the petrochemical complex. As a result of the study, the main directions of deepening the technological interdependence of business entities in the industry were determined and characterized. A conceptual economic and mathematical model for assessing the risks of technological dependence of entrepreneurial entities in the petrochemical complex has been developed, including an analysis of the impact of technological dependence of an entrepreneurial entity on the level of its economic security. The proposed model can be applied in the development and implementation of strategies for technological interaction and risk management tools for industry entrepreneurial entities. The cause-and-effect relationships described in the work should be taken into account when forming the policy for regulating the functioning and development of the petrochemical complex.

Keywords

Petrochemical complex, entrepreneurship, technological dependence, risks, economic security.

For citation

Bunkovsky D.V. (2025) Risks of Technological Dependence of Entrepreneurial Entities in the Oil and Gas Chemical Complex. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*. No. 112. P. 137–148. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-112-2025-137-148

Дата поступления/Received: 18.06.2025

Введение

Субъекты предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе вступают во взаимоотношения с различного рода институтами, организациями, государственными и международными структурами и аналогичными субъектами, формируя в системе взаимодействия уникальную бизнес-сеть. Данные взаимоотношения определяют различные формы влияния их членов друг на друга, на процессы принятия ими управленческих решений, воздействуя на текущее состояние и дальнейшее формирование системы взаимодействия субъектов предпринимательства. При этом происходит укрепление технологических взаимосвязей данных субъектов, что можно считать общей тенденцией в эволюции отрасли.

Важно отметить, что одним из ключевых направлений развития организации нефтегазохимического комплекса является использование различных форм взаимодействия отраслевых производств. Например, в Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года в качестве одного из основных инструментов фигурирует кластерная концепция организации¹. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года также указывает на применение кластерного подхода к управлению развитием нефтегазохимической промышленности².

Кластерная концепция в значительной степени отвечает многим требованиям углубления технологического взаимодействия субъектов предпринимательства. Однако углублению технологической взаимозависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе сопутствует формирование ряда проблем и рисков, снижающих уровень их экономической безопасности. Это необходимо учитывать как при выработке и реализации стратегий формирования отраслевых кластеров, так и при разработке инструментария управления развитием нефтегазохимического комплекса в целом. Поэтому цель работы — осмысление проблем и моделирование оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в отрасли. Для достижения цели использовались такие методы, как наблюдение, анализ, синтез, обобщение, систематизация и гипотетико-дедуктивное рассуждение. Кроме того, применены методы экономико-математического моделирования. В качестве теоретической базы исследования рассмотрены труды отечественных и зарубежных ученых в области взаимодействия субъектов предпринимательства и экономики нефтегазохимического комплекса.

Обзор литературы

Различные аспекты взаимодействия и соответствующих рисков субъектов предпринимательства рассматриваются в трудах многих исследователей. Например, М.А. Шаталов, К.И. Волков, В.Ю. Писаревский, Г.В. Кривоногов исследуют проблему влияния кластерного формирования на конкурентоспособность его участников и развитие территории [Шаталов и др. 2024]. В другой работе описываются пути интенсификации интеграции субъектов предпринимательства в нефтепереработке и нефтехимии для обеспечения их конкурентоспособности

¹ Приказ Минпромторга РФ № 651, Минэнерго РФ №172 от 08.04.2014 (ред. от 14.01.2016) «Об утверждении Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173997/ (дата обращения: 10.06.2025).

² Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 г. № 1523-р «Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г.» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/ (дата обращения: 10.06.2025).

на международных рынках [Alxashl 2020]. Н.Д. Журавлев приводит преимущества интеграции производств в нефтепереработке и нефтехимии на примере развития компаний Royal Dutch Shell и ExxonMobil [Журавлев 2019]. Говоря о достоинствах технологического взаимодействия субъектов предпринимательства в нефтепереработке и нефтехимии, некоторые авторы выделяют операционную синергию [Al-Umair 2023]. Многие авторы рассматривают технологическое взаимодействие субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе в рамках развития экономики замкнутого цикла [Adebayo et al. 2024; Okeke 2024].

В некоторых исследованиях анализируются отношения собственности среди ведущих компаний в мировом нефтехимическом секторе и описываются их взаимозависимости [Tilsted, Bauer 2024]. А. Муса рассматривает взаимодействие отраслевых субъектов предпринимательства и развитие нефтегазового комплекса в условиях цифровизации и использования технологии искусственного интеллекта [Musa 2023]. Л.А. Родина делает вывод о том, что предпосылкой технологического взаимодействия субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе является развитие новых цифровых инструментов. При этом сами субъекты рассматривают такое взаимодействие как возможность снижения рисков [Родина 2020]. Р.М. Даминева, рассматривая проблемы экологизации производства в качестве особенности субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе, выделяет технологические взаимосвязи их побочных продуктов и отходов производства [Даминева 2018]. Е.А. Горбашко и В.И. Бородин, а также А.Л. Максимов описывают риски технологической зависимости отечественных производств отрасли от иностранных субъектов предпринимательства [Горбашко, Бородин 2024; Максимов 2022]. А.Е. Миллер и Л.М. Давиденко акцентируют внимание на управлении научно-технологическими и финансовыми рисками технологического взаимодействия отраслевых субъектов предпринимательства [Миллер, Давиденко 2021]. С. Хайпенг осуществляет моделирование рисков предприятий нефтегазохимии и разрабатывает инструментарий управления ими [Haipeng 2025].

Углубление технологической взаимозависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе

В рамках исследования опыта взаимодействия субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе определены основные направления углубления технологической взаимозависимости субъектов предпринимательства в отрасли.

Развитие горизонтальных связей и создание нефтегазохимических кластеров. В данных формированиях устанавливаются тесные взаимосвязи между субъектами предпринимательства, функционирующими на одном этапе технологической цепочки, или между субъектами, осуществляющими производство взаимодополняющих продукции или услуг. Такое взаимодействие, как правило, сопровождается обменом производственным опытом и компетенциями, совместным разрешением технологических проблем и повышением конкурентоспособности продукции. В качестве инструментов развития таких формирований можно выделить образование ассоциаций и союзов субъектов предпринимательства, осуществляющих производство специализированной химической продукции; создание собственной инфраструктуры для обмена информацией и знаниями; совместное участие в научно-исследовательских проектах. Ярким примером такого формирования является Кластер нефтепереработки и нефтехимии Омской области в сфере химического производства, в котором участвуют «Омский НПЗ», «Крутогорский НПЗ», «Омский каучук», «Омский завод техуглерода» и др. На базе ассоциации создан Центр компетенций в области инжиниринга. Примером образования горизонтальных связей может быть также деятельность компании «Лукойл-Нефтехим», объединившей в себе нефтехимические производства в Восточной Европе и ставшей лидером региона в производстве акрилонитрила и олефинов.

Вертикальная интеграция и создание интегрированных производственных цепочек. Данное направление подразумевает взаимодействие субъектов предпринимательства, функционирующих на различных этапах производственного процесса (от добычи углеводородного сырья до производства нефтепродуктов и химической продукции) и создание вертикально интегрированных нефтегазовых компаний. Образование таких взаимосвязей позволяет оптимизировать логистику, снижать транзакционные издержки и повышать эффективность использования сырьевых и других ресурсов. Инструментами вертикальной интеграции являются операции слияния и поглощения субъектов предпринимательства, создание совместных предприятий, образование долгосрочных контрактных отношений по поводу поставок сырья и продукции, внедрение единых систем управления и стандартов. Сегодня ведущие нефтегазохимические компании («Роснефть», «Газпром нефть», «Лукойл», «Сургутнефтегаз», «РуссНефть», «Славнефть») существуют в форме вертикально интегрированных.

Стимулирование и интенсификация инновационного процесса и обмена технологиями. Такое направление предполагает взаимодействие как между исследовательскими подразделениями субъектов предпринимательства, так и взаимодействие между данными субъектами и научно-исследовательскими учреждениями в области научных исследований и разработок, направленных на создание новых технологических решений и повышение эффективности производственных процессов в нефтегазохимическом комплексе. Инструментами такого стимулирования является предоставление налоговых льгот для субъектов предпринимательства, инвестирующих в научные исследования и разработки; гарантирование и реализация защиты прав интеллектуальной собственности; формирование систем конкурсов и грантов для поддержки инновационных проектов; обеспечение условий участия субъектов предпринимательства в международных отраслевых научно-технических программах. В рамках данного направления создаются центры трансфера технологий и технологические платформы, обеспечивающие взаимодействие субъектов предпринимательства, научно-исследовательских и образовательных учреждений и органов государственной власти для решения задач технологического развития нефтегазохимического комплекса; организуются стажировки и обмен опытом для специалистов отраслевых субъектов предпринимательства и научно-исследовательских учреждений; образуются венчурные фонды для финансирования стартапов. За последние годы большинство крупных нефтегазохимических компаний инвестировали в образование венчурных фондов. Так, в 2019 г. «Газпром нефть», «Газпромбанк», «Российская венчурная компания» и VEB Ventures создали совместный венчурный фонд «Новая индустрия». В иностранных компаниях также действуют венчурные фонды, например British Petroleum Ventures, Shell Ventures, Chevron Technology Ventures, TotalEnergies Ventures, Eni Next, Equinor Ventures и др.

Унификация и стандартизация технологических процессов. Такое направление углубления технологической взаимозависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе заключается в разработке и внедрении ими единых технических регламентов и стандартов для различных технологических процессов и этапов производства. Это может быть нацелено на достижение совместимости технологических решений и производственного оборудования, сокращение издержек, связанных с обслуживанием и ремонтом оборудования, упрощение процессов обмена информацией. В качестве средств развития такого взаимодействия можно выделить образование технических комитетов и рабочих групп для выработки единых стандартов, проведение обязательной сертификации продукции и услуг, обеспечение условий участия отраслевых субъектов предпринимательства в международных организациях по стандартизации. Разрабатываются единые стандарты на сырье, материалы, оборудование и готовую продукцию, внедряются и реализуются объединенные системы управления качеством, формируются общие информационные системы и

базы данных. Например, с 2007 г. функционирует технический комитет по стандартизации «Нефтяная и газовая промышленность» (ТК 023), в котором принимают участие более 60 членов (Минэнерго РФ, Минпромторг РФ, Минприроды РФ, МЧС РФ, Ростехнадзор, Росстандарт, «Газпром», «Роснефть», «Лукойл», «Сургутнефтегаз» и др.).

Цифровая трансформация промышленного производства и использование интеллектуальных систем управления. Данное направление состоит в использовании типовых интеллектуальных систем для оптимизации процессов производства и управления, создании цифровых двойников производств для моделирования и анализа технологических процессов. К инструментам развития цифровой трансформации можно отнести государственную поддержку разработки и внедрения отраслевыми субъектами предпринимательства инновационных IT-решений, обучение персонала работе с новыми информационными системами, внедрение цифровых платформ для взаимодействия субъектов предпринимательства и обеспечение их коммуникаций в режиме реального времени. Например, в 2022 г. была начата программа цифровизации производств на предприятии «Нижекамскнефтехим». В рамках данной программы перенимается опыт и внедряются передовые практики компании «Сибур», в частности сотрудники предприятия проходят стажировки и обучение на производствах «Сибур» по использованию системы управления эффективностью на производстве (ЭКОНС), системы усовершенствованного управления технологическим процессом (СУУТП) и других интеллектуальных систем управления.

Развитие транспортных связей и логистической инфраструктуры. Такое направление заключается во взаимодействии при формировании эффективной единой логистической системы, обеспечивающей своевременную и надежную поставку сырья, материалов и готовой продукции между различными отраслевыми субъектами предпринимательства. В качестве инструментов развития транспортных связей и логистической инфраструктуры в нефтегазохимическом комплексе можно выделить государственную поддержку строительства новой и модернизации действующей транспортной инфраструктуры, обеспечение взаимодействия отраслевых субъектов предпринимательства с транспортными предприятиями и оптимизацию транспортной тарифной политики, инвестирование в развитие логистических узлов, внедрение передовых информационных систем управления транспортными потоками. Например, компания «Газпром» реализует проекты развития и поддержания газотранспортной системы (единая система газоснабжения, трубопроводы «Сила Сибири», «Сахалин — Хабаровск — Владивосток» и др.), а компания «Роснефть» не имеет крупных логистических проектов, прибегая к использованию услуг специализированной компании «Транснефть».

Формирование благоприятной регуляторной среды и гармонизация государственной политики в нефтегазохимическом комплексе. Данное направление предполагает обеспечение согласованности различных программ и стратегий развития отрасли, формирование единых предсказуемых и прозрачных правил функционирования для всех отраслевых субъектов предпринимательства, снижение административных барьеров и стимулирование инвестиционно-инновационной деятельности. К инструментам формирования благоприятной регуляторной среды и гармонизации государственной политики можно отнести выработку комплексной стратегии технологического развития нефтегазохимического комплекса с учетом интересов всех участников; создание единых систем технического регулирования и стандартизации; упрощение процедур лицензирования и сертификации; образование межведомственных рабочих групп для координации государственной политики в отрасли; снижение налоговой нагрузки для инновационно активных субъектов предпринимательства; организацию и проведение консультаций с представителями предпринимательства и научно-технического сообщества; мониторинг и оценку влияния

действующих и новых нормативных правовых актов в отрасли. В качестве примера можно привести реализуемую Правительством России Стратегию развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года.

Оценка рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе

В результате проведенного исследования разработана концептуальная экономико-математическая модель оценки рисков технологической зависимости отраслевых субъектов предпринимательства. Оценка рисков осуществляется на основе следующих принципов:

- идентификация конкретных рисков, связанных с технологической зависимостью субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе;
- оценка уровня вероятности реализации каждого риска;
- определение и оценка возможных негативных последствий в случае реализации каждого риска;
- обеспечение условий формирования потенциальных стратегий управления рисками, разработки мероприятий, направленных на снижение вероятности наступления рисков и сокращение размеров их негативных последствий.

Модель предполагает деление рисков, связанных с технологической зависимостью, на следующие виды:

- риск срыва поставок: состоит в возможном приостановлении поставок критически важных для субъекта предпринимательства ресурсов, оборудования, технологий;
- риск роста цен: заключается в возможном значительном удорожании ресурсов, оборудования, технологий;
- риск быстрого морального устаревания: состоит в возможном ускорении морального износа используемых субъектом предпринимательства технологий и техники вследствие ограничения доступа к новым разработкам;
- риск потери контроля над технологиями: заключается в возможной утрате субъектом предпринимательства контроля над ключевыми для него технологическими решениями и компетенциями;
- риск утечки информации: состоит в возможном несанкционированном доступе к конфиденциальной информации и технологическим секретам субъекта предпринимательства.

Важным элементом процедуры оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе является определение уровня технологической взаимосвязи данных субъектов:

$$T_{ab} = \frac{k_M \times M_c}{M_{cm}} + \frac{k_P \times P_c}{P_{cm}} + \frac{k_R \times R_c}{R_{cm}} + \frac{k_C \times C_c}{C_{cm}} + \frac{k_D \times D_c}{D_{cm}}, \quad (1)$$

где T_{ab} — уровень технологической взаимосвязи между субъектом a и субъектом b , предоставляющим ресурсы; M_c — количество технологических решений и единиц производственного оборудования, используемых субъектами предпринимательства a и b совместно; M_{cm} — суммарное число технологических решений и единиц производственного оборудования, используемых субъектами предпринимательства a и b ; P_c — стоимость проектов по модернизации и разработке

новых производственного оборудования и технологических решений, реализуемых субъектами предпринимательства a и b совместно; $\Pi_{\text{см}}$ — суммарная стоимость проектов по модернизации и разработке новых производственного оборудования и технологических решений, реализуемых субъектами предпринимательства a и b ; P_c — количество технических регламентов и стандартов, применяемых субъектами предпринимательства a и b совместно; $P_{\text{см}}$ — суммарное число технических регламентов и стандартов, применяемых субъектами предпринимательства a и b ; Ч_c — численность персонала, занятого в совместной для субъектов предпринимательства a и b производственной и проектной деятельности; $\text{Ч}_{\text{см}}$ — суммарная численность работников субъектов предпринимательства a и b , занятых в производственной и проектной деятельности; D_c — объем технического документооборота и данных, циркулирующих между субъектами предпринимательства a и b ; $D_{\text{см}}$ — суммарный объем технического документооборота и данных в деятельности субъектов предпринимательства a и b ; $k_m, k_{\Pi}, k_p, k_{\text{ч}}, k_d$ — весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность каждого рассматриваемого фактора.

Значения коэффициентов определяются с применением экспертных методов с учетом особенностей рассматриваемых субъектов предпринимательства. Сумма коэффициентов должна составлять 1.

Величина T_{ab} находится в интервале от 0 до 1. При $T_{ab} = 0$ технологическая взаимосвязь между субъектами предпринимательства a и b отсутствует. Значение $T_{ab} = 1$ свидетельствует о полной технологической взаимозависимости между субъектами предпринимательства a и b . Значения T_{ab} между 0 и 1 отражают различную степень технологической взаимосвязи субъектов a и b .

Совокупная оценка рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе имеет следующее выражение:

$$R_c = R_{\Pi} + R_{\text{ц}} + R_y + R_K + R_{\text{и}} \quad , \quad (2)$$

где R_{Π} — оценка риска срыва поставок; $R_{\text{ц}}$ — оценка риска роста цен; R_y — оценка риска быстрого морального устаревания; R_K — оценка риска потери контроля над технологиями; $R_{\text{и}}$ — оценка риска утечки информации.

$$R_{\Pi} = \frac{T_{ab} \times (1 - F_{\Pi}) \times (C_{\text{пр}} + C_{\Pi} + C_{\text{ш}})}{N_{\Pi}} \quad , \quad (3)$$

где F_{Π} — устойчивость поставщиков (финансовая устойчивость, надежность); $C_{\text{пр}}$ — издержки субъекта предпринимательства, связанные с простоями производства вследствие отсутствия ресурсов; C_{Π} — издержки субъекта предпринимательства, связанные с поиском альтернативных или новых поставщиков; $C_{\text{ш}}$ — величина неустоек и штрафов, выплаченных субъектом предпринимательства вследствие невыполнения обязательств перед потребителями; N_{Π} — число поставщиков критически важных ресурсов.

Устойчивость поставщиков оценивается на основе совокупности финансово-экономических показателей с применением экспертных методов по шкале от 0 до 1, где 0 — полная неустойчивость, 1 — полная устойчивость.

$$R_{\text{ц}} = T_{ab} \times (1 - K_{\Pi}) \times Y_{\Pi} \times G_{\Pi} \times I_{\text{ц}} \times V_p \quad , \quad (4)$$

где K_{Π} — уровень развития конкуренции на рынке поставщиков ресурсов; Y_{Π} — уровень инфляции в национальной экономике поставщика; G_{Π} — оценка геополитических рисков в регионе

поставки с применением экспертных методов; $I_{\text{ц}}$ — индекс изменения цен ресурсов; $V_{\text{р}}$ — объемы потребления ресурсов субъектом предпринимательства.

Уровень развития конкуренции может быть оценен на основе показателей интенсивности конкуренции и рыночной концентрации с применением экспертных методов по шкале от 0 до 1, где 0 — отсутствие конкуренции, 1 — высокий уровень конкурентной борьбы.

$$R_y = T_{ab} \times (1 - C_{\text{н}}) \times (1 - C_{\text{о}}) \times (C_{\text{м}} + P_y), \quad (5)$$

где $C_{\text{н}}$ — доля издержек субъекта предпринимательства, связанных с осуществлением собственных НИОКР; $C_{\text{о}}$ — доля участия субъекта предпринимательства в коллективных (групповых) проектах, программах обмена опытом и компетенциями; $C_{\text{м}}$ — величина инвестиций субъекта предпринимательства в модернизацию оборудования и внедрение новых технологических решений; P_y — потери прибыли субъекта предпринимательства вследствие падения конкурентоспособности.

$$R_K = T_{ab} \times (1 - Z_{\text{н}}) \times (1 - O_{\text{с}}) \times (C_{\text{р}} + L_y + P_y), \quad (6)$$

где $Z_{\text{н}}$ — оценка уровня охраны прав интеллектуальной собственности на основе анализа правоприменения в защите промышленной собственности, авторском и смежных правах; $O_{\text{с}}$ — оценка эффективности системы и процессов управления знаниями и технологиями субъекта предпринимательства; $C_{\text{р}}$ — затраты субъекта предпринимательства на разработку собственных технологий взамен утраченных; L_y — оценка репутационных потерь субъекта предпринимательства, связанных с утратой контроля над технологиями.

Оценки уровня охраны прав интеллектуальной собственности и эффективности системы и процессов управления знаниями и технологиями осуществляются с применением экспертных методов по шкале от 0 до 1.

$$R_{\text{н}} = T_{ab} \times (1 - C_{\text{н}}) \times (1 - O_{\text{к}}) \times (P_{\text{к}} + L_{\text{н}} + C_{\text{с}}), \quad (7)$$

где $C_{\text{н}}$ — издержки субъекта предпринимательства, связанные с обеспечением информационной безопасности; $O_{\text{к}}$ — эффективность системы и процессов отбора и обучения кадров в области информационной безопасности; $P_{\text{к}}$ — оценка прибыли (эффекта, преимуществ), полученной конкурентами в результате использования утраченной субъектом предпринимательства информации; $L_{\text{н}}$ — оценка репутационных потерь субъекта предпринимательства, связанных с утечкой информации; $C_{\text{с}}$ — издержки субъекта предпринимательства, связанные с судебными разбирательствами в связи с утечкой информации.

Совокупная оценка рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе позволяет проводить регулярный мониторинг и переоценку рисков с учетом изменяющихся условий, а также рассматривать различные аспекты технологической зависимости конкретного субъекта предпринимательства и выявлять наиболее критичные для него риски. При этом важными оказываются угрозы экономической безопасности субъекта предпринимательства, вызванные его технологической зависимостью. Под экономической безопасностью субъекта предпринимательства в данном случае подразумевается его способность устойчиво функционировать и эволюционировать в условиях внешних и внутренних угроз.

Разработанная в рамках исследования экономико-математическая модель включает в себя анализ влияния технологической зависимости субъекта предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе от других субъектов на его экономическую безопасность:

$$B_3 = B_5 - w_R R_c - w_Y(1 - Y) - w_T(1 - \Gamma) - w_K(1 - K) + w_I I, \quad (8)$$

где B_3 — оценка уровня экономической безопасности субъекта предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе с учетом его технологической зависимости; B_5 — базовый уровень экономической безопасности субъекта предпринимательства при отсутствии его технологической зависимости, в общем случае базовый уровень может быть принят за 1; Y — оценка устойчивости субъекта предпринимательства к внешним воздействиям, в том числе возможностей адаптироваться к изменениям внешней среды (значительным колебаниям цен ресурсов, технологическим прорывам, радикальным изменениям в законодательстве и др.); Γ — оценка гибкости производственных процессов, в том числе способности субъекта предпринимательства быстро и адекватно перестраивать производство в ответ на динамику рыночной конъюнктуры или технологические изменения; K — оценка конкурентоспособности продукции субъекта предпринимательства; I — оценка инвестиционно-инновационной активности субъекта предпринимательства; w_R, w_Y, w_T, w_K, w_I — весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность каждого фактора.

Значения коэффициентов определяются с использованием экспертных методов с учетом особенностей рассматриваемого субъекта предпринимательства. Сумма коэффициентов должна составлять 1.

$$Y = q_n D_n + q_p D_p + q_x X_c, \quad (9)$$

где D_n — оценка уровня диверсификации поставщиков; D_p — оценка уровня диверсификации рынков сбыта; X_c — оценка величины финансовых резервов субъекта предпринимательства; q_n, q_p, q_x — весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность каждого фактора.

$$\Gamma = v_m A_m + v_a A_a + v_k U_k, \quad (10)$$

где A_m — оценка модульности производственных процессов, определяющей возможности перенастройки производства на выпуск новых продуктов; A_a — оценка степени автоматизации производственных процессов; U_k — оценка уровня квалификация персонала субъекта предпринимательства; v_m, v_a, v_k — весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность каждого фактора.

$$K = y_n K_n + y_k K_k + y_t K_t + y_3 K_3, \quad (11)$$

где K_n — оценка конкурентоспособности продукции субъекта предпринимательства по себестоимости и цене; K_k — оценка конкурентоспособности продукции по качеству; K_t — оценка конкурентоспособности продукции по технологичности; K_3 — оценка конкурентоспособности продукции по экологичности; y_n, y_k, y_t, y_3 — весовые коэффициенты.

$$I = \frac{C_{ни}}{B}, \quad (12)$$

где $C_{ни}$ — объем инвестиций субъекта предпринимательства в научные исследования и разработки; B — выручка от реализации продукции субъекта предпринимательства за рассматриваемый период времени.

Представленные в модели отношения имеют универсальный характер и могут быть адаптированы для конкретного субъекта предпринимательства с учетом специфики

отдельных сегментов нефтегазового и нефтегазохимического комплекса (добычи, переработки, транспортировки, нефтегазохимии) и положения данного субъекта в технологической цепочке.

Важно отметить, что экономико-математическое моделирование и оценка рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе затрудняется сложностью учета всех факторов, влияющих на формирование и развитие технологической взаимозависимости, необходимостью упрощения модели, возможной недоступностью достоверных данных о технологических связях, издержках, инвестициях и других параметрах деятельности отраслевых субъектов предпринимательства. Определение некоторых показателей модели может быть сложной задачей, требующей использования специализированных знаний в области технологий производств нефтегазохимического комплекса. Отдельные переменные модели возможно оценить только качественно с использованием балльных шкал и экспертных оценок, которые обладают некоторым субъективизмом. При этом элементы предложенной модели могут быть более подробно детализированы. Для анализа больших объемов данных может быть использована вычислительная среда программы MATLAB.

Заключение

Разработанная в данном исследовании концептуальная экономико-математическая модель оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе позволяет учитывать различные аспекты технологической зависимости и выявлять наиболее критичные риски для каждого рассматриваемого субъекта, проводить регулярный мониторинг и переоценку таких рисков с учетом изменяющихся условий, определять влияние технологической зависимости на экономическую безопасность и впоследствии экономическую эффективность отраслевого субъекта предпринимательства.

Полученные отдельные показатели могут быть использованы в дальнейшем экономико-математическом моделировании деятельности отраслевых субъектов предпринимательства и нефтегазохимического комплекса в целом. Модель может быть применена при формировании стратегий технологического взаимодействия и инструментария управления рисками отраслевых субъектов предпринимательства. Результаты комплексного анализа и оценки рисков технологической зависимости субъектов предпринимательства в нефтегазохимическом комплексе могут лечь в основу выработки эффективных мер обеспечения их экономической безопасности и устойчивого развития. Описанные в данной работе причинно-следственные отношения следует учитывать при разработке различных элементов государственной политики регулирования нефтегазохимического комплекса.

Список литературы:

- Горбашко Е.А., Бородин В.И. Технологический суверенитет как фактор конкурентоспособности нефтегазовых компаний Российской Федерации // Экономика и управление. 2024. № 9. С. 1100–1110. DOI: [10.35854/1998-1627-2024-9-1100-1110](https://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-9-1100-1110)
- Даминева Р.М. Об управлении экологическими инновациями // Наука Красноярья. 2018. № 3–2. С. 34–39.
- Журавлев Н.Д. Территориально-производственная интеграция нефтепереработки и нефтехимии: опыт Royal Dutch Shell и ExxonMobil // Естественные и технические науки. 2019. № 3(129). С. 129–133.
- Максимов А.Л. Нефтепереработка и нефтегазохимия: импортозамещение и обеспечение технологической независимости // Вестник Российской академии наук. 2022. № 10. С. 930–939. DOI: [10.31857/S0869587322100073](https://doi.org/10.31857/S0869587322100073)

Миллер А.Е., Давиденко Л.М. Разработка концепции управления научно-технологическими и финансовыми рисками технологической интеграции российских предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2021. № 2. С. 12–22. DOI: [10.24147/1812-3988.2021.19\(2\).12-22](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2021.19(2).12-22)

Родина Л.А. Технологическая интеграция предприятий обрабатывающей промышленности на основе цифровых инструментов // Вестник Сургутского государственного университета. 2020. № 3(29). С. 28–35. DOI: [10.34822/2312-3419-2020-3-28-35](https://doi.org/10.34822/2312-3419-2020-3-28-35)

Шаталов М.А., Волков К.И., Писаревский В.Ю., Кривоногов Г.В. Современные теории кластеризации экономики и подходы к построению региональных промышленных кластеров // Финансовый менеджмент. 2024. № 11–2. С. 632–639.

Adebayo Y., Ikevuje A.H., Kwakye J., Esiri A. Circular Economy Practices in the Oil and Gas Industry: A Business Perspective on Sustainable Resource Management // GSC Advanced Research and Reviews. 2024. Vol. 20. Is. 3. P. 267–285. DOI: [10.30574/gscarr.2024.20.3.0353](https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.20.3.0353)

Al-Umair M.S. Integration Design and Benefits of Petrochemical Complex Leveraging on Existing Refinery // World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences. 2023. Vol. 10. Is. 1. P. 080–084. DOI: [10.30574/wjaets.2023.10.1.0256](https://doi.org/10.30574/wjaets.2023.10.1.0256)

Alxaslı E.A. Neft emalı və neft-kimya zavodlarının integrasiyası: dövrün tələbi, tətbiq olunan müasir həllər // Azərbaycan neft təsərrüfatı. 2020. M. 1. S. 44–50.

Haipeng S. Risk Management in Belt and Road Petrochemical Projects: An ITTO Methodology Approach // Results in Engineering. 2025. Vol. 26. DOI: [10.1016/j.rineng.2025.105501](https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105501)

Musa A. Review Paper Revolutionizing Oil and Gas Industries with Artificial Intelligence Technology // International Journal of Computer Sciences and Engineering. 2023. Vol. 11. Is. 5. P. 20–30. DOI: [10.26438/ijcse/v11i5.2030](https://doi.org/10.26438/ijcse/v11i5.2030)

Okeke A. An Exploration of Sustainability and Supply Chain Management Practises in the Oil and Gas Industry: A Systematic Review of Practises and Implications // Environmental and Sustainability Indicators. 2024. Vol. 23. DOI: [10.1016/j.indic.2024.100462](https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100462)

Tilsted J., Bauer F. Connected We Stand: Lead Firm Ownership Ties in the Global Petrochemical Industry // Ecological Economics. 2024. Vol. 224. DOI: [10.1016/j.ecolecon.2024.108261](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108261)

References:

Adebayo Y., Ikevuje A.H., Kwakye J., Esiri A. (2024) Circular Economy Practices in the Oil and Gas Industry: A Business Perspective on Sustainable Resource Management. *GSC Advanced Research and Reviews*. Vol. 20. Is. 3. P. 267–285. DOI: [10.30574/gscarr.2024.20.3.0353](https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.20.3.0353)

Alkhasly E.A. (2020) Integration of Oil Refineries and Petrochemical Plants: The Need of the Hour, Applied Up-To-Date Decisions. *Azerbaijan Oil Industry Journal*. Is. 1. P. 44–50.

Al-Umair M.S. (2023) Integration Design and Benefits of Petrochemical Complex Leveraging on Existing Refinery. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. Vol. 10. Is. 1. P. 080–084. DOI: [10.30574/wjaets.2023.10.1.0256](https://doi.org/10.30574/wjaets.2023.10.1.0256)

Damineva R.M. (2018) Ob upravlenii ekologicheskimi innovatsiyami [On the management of environmental innovations]. *Nauka Krasnoyarsk*. No. 3–2. P. 34–39.

Gorbashko E.A., Borodin V.I. (2024) Technological Sovereignty as a Factor of Competitiveness of Oil and Gas Companies of the Russian Federation. *Ekonomika i upravleniye*. No. 9. P. 1100–1110. DOI: [10.35854/1998-1627-2024-9-1100-1110](https://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-9-1100-1110)

Haipeng S. (2025) Risk Management in Belt and Road Petrochemical Projects: An ITTO Methodology Approach. *Results in Engineering*. Vol. 26. DOI: [10.1016/j.rineng.2025.105501](https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105501)

Maksimov A.L. (2022) Neftepererabotka i neftegazokhimiya: importozameshcheniye i obespecheniye tekhnologicheskoy nezavisimosti [Oil refining and petrochemistry: Import substitution and ensuring technological independence]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. No. 10. P. 930–939. DOI: [10.31857/S0869587322100073](https://doi.org/10.31857/S0869587322100073)

Miller A.E., Davidenko L.M. (2021) Development of the Management Concept of Scientific, Technological and Financial Risks of Technological Integration of Russian Companies in the Oil Refining, Petrochemical Industries. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. No. 2. P. 12–22. DOI: [10.24147/1812-3988.2021.19\(2\).12-22](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2021.19(2).12-22)

Musa A. (2023) Review Paper Revolutionizing Oil and Gas Industries with Artificial Intelligence Technology. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*. Vol. 11. Is. 5. P. 20–30. DOI: [10.26438/ijcse/v11i5.2030](https://doi.org/10.26438/ijcse/v11i5.2030)

Okeke A. (2024) An Exploration of Sustainability and Supply Chain Management Practises in the Oil and Gas Industry: A Systematic Review of Practises and Implications. *Environmental and Sustainability Indicators*. Vol. 23. DOI: [10.1016/j.indic.2024.100462](https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100462)

Rodina L.A. (2020) Technology Integration for Processing Enterprises Based on Digital Tools. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta*. No. 3(29). P. 28–35. DOI: [10.34822/2312-3419-2020-3-28-35](https://doi.org/10.34822/2312-3419-2020-3-28-35)

Shatalov M.A., Volkov K.I., Pisarevsky V.Yu., Krivonogov G.V. (2024) Modern Theories of Economic Clustering and Approaches to Constructing Regional Industrial Clusters. *Finansovyy menedzhment*. No. 11–2. P. 632–639.

Tilsted J., Bauer F. (2024) Connected We Stand: Lead Firm Ownership Ties in the Global Petrochemical Industry. *Ecological Economics*. Vol. 224. DOI: [10.1016/j.ecolecon.2024.108261](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108261)

Zhuravlev N.D. (2019) Territorial'no-proizvodstvennaya integratsiya neftepererabotki i neftekhimii: opyt Royal Dutsh Shell i ExxonMobil [Spatial and industrial integration of oil refining and petrochemical industry: Royal Dutch Shell and ExxonMobil case studies]. *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki*. No. 3(129). P. 129–133.