Research paper / Оригинальная статья
https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-2-41-57
МРНТИ 06.54.41
JEL: O30, O31, O32

Check for updates
BY-NC 4.0

Evaluation of Technology Commercialization Factors in Kazakhstan

Gulnaz Zh. Alibekova[a*], Bauyrzhan M. Yedgenov[b], Assel K. Kozhakhmetova[c], Elmira N. Mynbaeva[d]

[a] *Institute of Economics CS MSHE RK, 28 Shevchenko Street, A25K1B0, Almaty, Kazakhstan;* [b] *SDU University, 1/1 Abylaikhan Street, 040900, Kaskelen, Kazakhstan,* [c] *Kazakh-British Technical University, 59 Tole bi Street, 050000, Almaty, Kazakhstan;* [d] *Maqsut Narikbayev University, 13 Kurgalzhynskoe highway, 020000, Astana, Kazakhstan*

For citation: Alibekova, G.Zh., Yedgenov, B.M., Kozhakhmetova, A.K. & Mynbaeva, E.N. (2024). Evaluation of Technology Commercialization Factors in Kazakhstan. Economy: strategy and practice, 19(2), 41-57, https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-2-41-57

ABSTRACT

The commercialization of scientific research and development (R&D) results is a key driver for enhancing corporate revenues and profits, positively impacting economic development, and increasing global and national competitiveness. However, commercialization is a complex process influenced by various factors. This study aims to assess the mutual influence of commercialization factors of R&D in Kazakhstan and provide recommendations to strengthen positive influences and mitigate negative ones. Utilizing official data from the Bureau of National Statistics, including metrics such as enterprise innovation activity, the share of innovative products in GDP, patent numbers, R&D expenditures, industry innovation costs, and R&D personnel, a regression analysis was conducted using the time series method and the vector autoregression (VAR) approach. The analysis revealed that increased innovative activity of enterprises positively impacts the export of innovative products after three years but negatively affects the share of innovative products in GDP. Additionally, higher industry innovation costs and an increase in patent numbers lead to a rise in innovative product exports after three years. However, an increase in innovative product exports subsequently reduces patent numbers after three years. These results indicate that domestic enterprises focus primarily on expanding export-oriented products for short-term profit gains, reducing costs, and achieving immediate results, often at the expense of substantial innovation activities. The findings suggest a need for strategies to balance short-term profit motives with sustainable innovation investments to enhance long-term economic growth and competitiveness.

KEYWORDS: Commercialization Factors, Commercialization, Innovative Activity, Time Series Method, Vector Autoregression Approach, Science, Economic benefits

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare that there is no conflict of interest

FINANCIAL SUPPORT: The article was prepared as part of scientific research under the program funded by the Committee of Science MSHE RK "Improving the mechanisms for effective regulation of the processes of commercialization of applied R&D projects" (BR21882077).

Article history:
Received 25 May 2024
Accepted 11 June 2024
Published 30 June 2024

*** Corresponding author: Alibekova G.Zh.** – PhD, Leading Researcher, Institute of Economics CS MSHE RK, 28 Shevchenko Str., A25K1B0, Almaty, Kazakhstan, 87071027959, email: galibekova77@gmail.com

Оценка факторов коммерциализации результатов научных исследований в Республике Казахстан

Алибекова Г.Ж.[a*], Едгенов Б.М.[b], Кожахметова А.К.[c], Мынбаева Э.Н.[d]

[a]Институт экономики КН МНВО РК, ул. Шевченко 28, A25K1B0, Алматы, Казахстан; [b] SDU University, ул. Абылайхана 1/1, 040900, Каскелен, Казахстан; [c] Казахстанско-Британский технический университет, 050000, Алматы, Казахстан; [d] Университет имени Максута Нарикбаева, 020000, Астана, Казахстан

Для цитирования: Алибекова Г.Ж., Едгенов Б.М., Кожахметова А.К., Мынбаева Э.Н. (2024). Оценка факторов коммерциализации результатов научных исследований в Республике Казахстан. Экономика: стратегия и практика, 19(2), 41-57, https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-2-41-57

АННОТАЦИЯ

Коммерциализация результатов научных исследований и разработок (НИОКР) является ключевым фактором повышения доходов и прибыли компаний, положительно влияя на экономическое развитие и увеличивая глобальную и национальную конкурентоспособность. Однако коммерциализация – это сложный процесс, на который влияют различные факторы. Данное исследование направлено на оценку взаимного влияния факторов коммерциализации НИОКР в Казахстане и предоставление рекомендаций по усилению положительных влияний и смягчению отрицательных. Используя официальные данные Бюро национальной статистики, включая показатели инновационной активности предприятий, долю инновационных продуктов в ВВП, количество патентов, расходы на НИОКР, затраты на инновации в промышленности и численность работников, занимающихся НИОКР, был проведен регрессионный анализ с использованием метода временных рядов и подхода векторной авторегрессии (VAR). Анализ показал, что увеличение инновационной активности предприятий положительно влияет на экспорт инновационной продукции через три года, но негативно сказывается на доле инновационных продуктов в ВВП. Кроме того, увеличение затрат на инновации в промышленности и рост количества патентов приводят к увеличению экспорта инновационной продукции через три года. Однако увеличение экспорта инновационной продукции впоследствии приводит к снижению количества патентов через три года. Эти результаты показывают, что отечественные предприятия в основном ориентированы на расширение экспорта продукции для получения краткосрочной прибыли, сокращения затрат и достижения немедленных результатов, часто в ущерб значительным инновационным активностям. Выводы исследования указывают на необходимость разработки стратегий, которые бы уравновешивали краткосрочные цели по прибыли с устойчивыми инвестициями в инновации для долгосрочного экономического роста и повышения конкурентоспособности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: факторы коммерциализации, коммерциализация, инновационная активность, методом временных рядов, подход векторной авторегрессии, наука, экономическая выгода

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Статья подготовлена в рамках научных исследований по программе «Совершенствование механизмов эффективного регулирования процессов коммерциализации прикладных НИОКР проектов» (BR21882077), финансируемой Комитета науки МНВО РК.

История статьи:
Получено 25 мая 2024
Принято 11 июня 2024
Опубликовано 30 июня 2024

*** Корреспондирующий автор: Алибекова Г.Ж.** – PhD, ВНС, Институт экономики КН МНВО РК, ул. Шевченко 28, A25K1B0, г. Алматы, Казахстан, 87071027959, email: galibekova77@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

В последние несколько лет коммерциализация результатов исследований становится актуальной темой, так как ее цели гораздо шире, чем просто получение прибыли от продажи научной идеи (Kumar et al., 2015). Коммерциализация научных разработок может решить технологические, экономические, экологические и социальные проблемы развитых и развивающихся стран (Gibson, 2014), тем самым, оказывая положительное влияние на прибыль компаний, увеличение налоговых поступлений, повышение глобальной и национальной конкурентоспособности (Sutopo et al., 2019). Однако, следует учитывать, что трансфер инновационных идей из исследовательской лаборатории через производство, маркетинг и продажи к заказчику является сложной и рискованной задачей (Sung, 2009). Факторы коммерциализации научных исследований и разработок не являются едиными для всех учреждений, отраслей и стран.

Факторы коммерциализации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) выявлены и обсуждены во многих научных трудах. В числе вышеуказанных факторов чаще всего упоминаются уровень финансирования, количество патентов, человеческие ресурсы и метрики инновационной деятельности (Karaveg et al., 2014).

В Казахстане исследование факторов коммерциализации результатов научной, научно-технической деятельности (термин, введенный в Законе РК «О коммерциализации результатов научной, научно-технической деятельности» в 2015 г.) ранее не проводилось. Исследование влияния государственных затрат на НИОКР на различные факторы коммерциализации научных разработок выявило, что государственные затраты значимо влияют на такие показатели, как численность работников в сфере, количество созданных новых технологий и объектов техники, количество публикаций и цитирований (Алибекова, 2014). Этот вывод подтверждается тем, что сложившаяся система финансирования НИОКР в Казахстане отличается высоким уровнем доли государственного финансирования.

В связи с ограниченностью спектра отслеживаемых индикаторов инновационной активности и коммерциализации результатов научных исследований и разработок в Казахстане для данного исследования были использованы показатели, отслеживаемые Бюро национальной статистики: уровень инновационной активности предприятий, доля инновационной продукции (товаров, услуг) в валовом внутреннем продукте (ВВП), количество патентов, затраты на НИОКР, затраты на продуктовые инновации в промышленности, численность работников, выполняющих НИОКР.

Очевидно, что показатели инновационной активности предприятий являются важным условием коммерциализации результатов научной и/или научно-технической деятельности (РННТД), поскольку инновационная деятельность признана основным фактором экономического роста и конкурентоспособности, оказывающим глубокое влияние на разработку и коммерциализацию новых технологий (Acemoglu et al., 2016). Финансируемые государством и бизнесом расходы на НИОКР оказывают сильное влияние на количество патентных заявок, подаваемых по системе договора о патентной кооперации (PCT), (OECD, 2018), которые в свою очередь генерируют коммерческие доходы, так как патенты являются важным фактором и предвестником возможности коммерциализации результатов НИОКР. В свою очередь, подача заявок на патенты, подаваемые по системе PCT, означает что коммерциализация результатов НИОКР выходит на международный уровень, и они претендуют на выход на глобальные рынки. На основе данных по странам ОЭСР расходы вузов и бизнеса также целесообразно принять за фактор, поскольку выявлено, что они положительно влияют на поступления от экспорта технологий (Alibekova et al., 2016).

Таким образом, целью данного исследования является оценка взаимовлияния факторов коммерциализации НИОКР (инновационная активность, затраты на НИОКР и инновации, патенты, человеческие ресурсы) в Казахстане в целях выявления и последующей рекомендации к усилению выявленных положительных факторов, а также нивелирования отрицательных.

Следовательно, для достижения поставленной цели были изучены концепция, в частности факторы коммерциализации НИОКР; определены методы оценки взаимодействия выбранных факторов; проанализирована взаимосвязь между факторами коммерциализации; сделаны выводы и подготовлены рекомен-

дации по усилению положительного воздействия выявленных факторов.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Коммерциализация результатов НИОКР - это процесс накопления знаний, превращения этих знаний в технологии, преобразования технологий в продукты или процессы и вывода их на рынок для получения экономической выгоды. Определение данного термина может варьироваться в зависимости от законов каждой страны, целей и результатов исследования. Но идея коммерциализации заключается в разработке концепции продукта до его последующего продвижения на рынок. Для извлечения коммерческой выгоды от результатов исследований они должны отражать определенную степень общественной ценности и иметь потенциал увеличения доходов компании.

Ниже представлены определения коммерциализации научных технологий в интерпретации различных авторов (таблица 1).

Табл. 1. Определения коммерциализации технологий
Table 1. Definitions of technology commercialisation

№	Автор	Определение
1	Chesbrough H. & Crowther	Коммерциализация технологий – это процесс стимулирования использования всех разнообразных технологий, в том числе внутренних и внешних, для повышения эффективности инновационной деятельности компании (Chesbrough & Crowther, 2006).
2	Kim H. Kim, D. S., & Kim, H. I.	Коммерциализация технологий – это процесс коммерциализации продуктов, процессов и услуг с использованием технологий, позволяющих разрабатывать новые продукты и улучшать существующие продукты (Kim et al., 2009).
3	Wicaksana D., Yunaristanto, Y., & Sutopo, W.	Коммерциализация технологий – это средство использования технологии, полученной в результате исследований, в производственной или потребительской деятельности для получения прибыли от этой деятельности (Wicaksana et al., 2019).
4	Kang J., Thawe-saengskulthai, N., & Chandrachai, A.	Коммерциализация технологий – это процесс, ведущий к производству посредством разработки новых продуктов и процессов с фактическим использованием результатов НИОКР или улучшение существующих продуктов и процессов (Kang et al., 2013).
5	Европейская комиссия	Коммерциализация технологий – это процесс вывода интеллектуальной собственности (ИС) на рынок для эксплуатации.
6	Choi J., Hong, K., Jang, S., & Bae, Y.	Коммерциализация технологий – это процесс продвижения разработанных технологий на рынок посредством коммерциализации (Choi et al., 2017).
7	Lee G.-W.	Коммерциализация технологий – это процедура связанная с каждым этапом НИОКР, направленным на приобретение идей, их совершенствование путем дополнения, производство продуктов, которые можно коммерциализировать, и продавать на рынке (Lee, 2012).
8	Choi Y.	Действия и процессы по созданию новых рынков путем добавления идей к разработанным технологиям (Choi, 2019).

В целом, анализ существующих определений позволяет сделать вывод о том, что коммерциализация технологий подразумевает получение прибыли от продажи разработанной идеи, способной повысить конкурентоспособность бизнеса и оказать долгосрочный эффект на различные сектора экономики в целом. К тому же, в литературе используются различные синонимичные трактовки относительно коммерциализации, а именно «коммерциализация технологий», «коммерциализация научных технологий», «коммерциализация результатов НИОКР», подразумевающая, по мнению авторов, процесс продвижения научных разработок на рынок с целью получения прибыли от продаж и удовлетворения нужд потребителей.

Как показывает обзор предыдущих исследований, посвященных теме коммерциализации технологий, в основном возможности коммерциализации НИОКР ограничены, то есть, исследователи сосредотачиваются

на разработке новых технологий, а не на удовлетворении рыночного спроса (Karaveg et al., 2014). Данный факт является одной из причин, по которой коммерциализация многочисленных НИОКР не увенчалась успехом. Также стоит учитывать, что природа инноваций сама по себе неопределенна, ее трудно предсказать, особенно это касается радикальных инноваций, что еще больше усугубляет возможность осуществления их успешной коммерциализации (Tidd & Bessant, 2009).

Что касается положительных факторов коммерциализации, Mainelli (2001) утверждает, что если разработанная технология трансформируется и применяется в конкретном продукте, который будет успешно продан различным потребителям, то процесс коммерциализации можно считать эффективным.

В зарубежной литературе в качестве важных факторов эффективности коммерциализации упоминаются метрики инноваций (Yun et al., 2018; Yang et al., 2022), объем финансовой поддержки (Frederick & Kuratko, 2010, Smilor & Matthews, 2004; Lockett et al. 2003; Shane & Stuar, 2002), наличие защиты интеллектуальной собственнности (Vohora et al., 2004; Jungwook et al., 2009), среда осуществления коммерциализации (Scholten, 2006, Sutopo et al., 2019; Egeln et al., 2002; Kriegesmann, 2020), человеческие ресурсы (Somsuk et al., 2010; Karaveg et al., 2014).

Далее рассмотрены конкретные факторы, напрямую воздействующие на эффективность коммерциализации НИОКР. В частности, доказана прямая взаимосвязь между показателями инноваций и эффективностью коммерциализации в автомобильной, робототехнической и авиационной промышленности, что означает, что чем выше инновационная активность предприятия, тем эффективнее коммерциализация в данных организациях (Yun et al., 2018). Этот результат подтверждает, что при оценке успеха вывода на рынок новых продуктов или услуг показатели инноваций имеют важное значение (Cooper, 2008; Kusuma at al., 2015), также они оцениваются количеством патентов, инвестициями на НИОКР, доходами от продукции и скоростью внедрения инноваций, где наивысшие показатели говорят о высокой эффективности коммерциализации НИОКР (Rogers, 2003). Экспорт инновационной продукции также отмечается как один из факторов, отражающих уровень эффективности коммерциализации, где растущие показатели экспорта подтверждают высокую эффективность (Miller et al., 2011).

Необходимо отметить значимость человеческих ресурсов, выраженных численностью работников в сфере НИОКР, в составе которых могут быть потенциальные менеджеры, внутренние эксперты, ученые, полевые эксперты и тренеры, способствующие эффективной коммерциализации НИОКР (Somsuk et al., 2010).

Таким образом, если в зарубежной литературе в качестве основных факторов, воздействующих на коммерциализацию НИОКР, определены количество патентов, инвестиции на НИОКР, доходы от продукции, численность работников в данной сфере, которые в итоге применялись для оценки эффективности коммерциализации, то в трудах отечественных ученых недостаточно изучены вопросы по оценке факторов коммерциализации НИОКР. Также, учитывая, что сложная взаимосвязь между инновационной деятельностью и коммерциализацией технологий имеет решающее значение для политиков, отраслевых практиков и исследователей, стремящихся способствовать инновационному росту и рыночному успеху, оценка взаимодействия вышеуказанных факторов коммерциализации имеет высокий приоритет.

МЕТОДОЛОГИЯ

Первая часть анализа сфокусирована на дескриптивном анализе разных показателей динамики развития сферы науки и коммерциализации РННТД в Казахстане за последние 20 лет. В частности, рассматриваются государственные затраты из средств бюджета на НИОКР (тыс. тг.); доля государственных расходов во внутренних затратах на НИОКР в Казахстане; численность работников, выполнявших научные исследования и разработки (тыс. человек); плата за использование интеллектуальной собственности (млрд. долларов); количество выданных охранных документов; количество изобретений, поданных через Парижское соглашение о патентных правах (PCT) и Евразийское патентное соглашение (ЕАПК); количество созданных и используемых новых технологий и объектов техники; а также уровень инновационной активности предприятий и доля инновационной продукции в ВВП.

Во второй части анализа произведена оценка различных факторов коммерциализации

НИОКР между собой на основе регрессионного анализа методом временных рядов. Подход векторной авторегрессии (VAR) полезен при анализе нескольких взаимосвязанных переменных временных рядов, которые демонстрируют временную зависимость и могут быть переведены в стационарные посредством дифференцирования или преобразований. Модели VAR подходят для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования, динамического моделирования и анализа причинно-следственных связей Грейнджера и импульсных реакций между переменными. Они предлагают многомерную структуру для совместного анализа поведения переменных с течением времени, что делает их ценными для понимания сложных систем с петлями обратной связи и взаимодействиями.

Для анализа методом векторной авторегрессии (VAR) использована следующая регрессионная модель:

$$Y_t = \alpha + \beta_t Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (1)$$

В модели VAR каждая переменная моделируется как линейная комбинация прошлых значений самой себя и прошлых значений других переменных в системе. Поскольку есть несколько временных рядов, которые влияют друг на друга, они моделируются как система уравнений с одним уравнением на переменную (временной ряд), (рисунок 1):

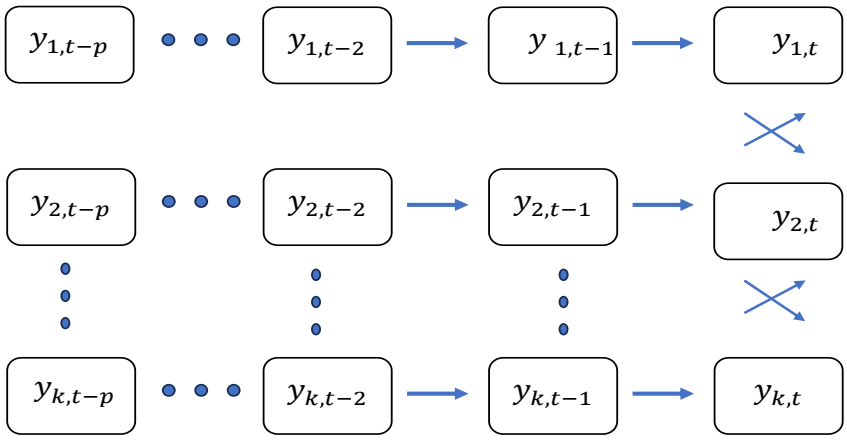


Рисунок 1. Модель векторной авторегрессии (VAR)
Figure 1. Vector Autoregressive (VAR) Models

Посредством методологии VAR протестирована временная зависимость и связи между следующими переменными (в скобках указаны единицы измерения):

1. уровень инновационной активности предприятий (%);
2. доля инновационной продукции в ВВП (% к ВВП);
3. патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения (ед.);
4. внутренние затраты на НИОКР (млн. тенге);
5. затраты на продуктовые инновации в промышленности (млн. тенге);
6. численность работников, выполняющих НИОКР (человек).

Эти переменные напрямую связаны с коммерциализацией науки и доступны на сайте Бюро национальной статистики Казахстана на период с 2005 по 2022 годы. Было решено протестировать временную взаимосвязь между этими переменными, так как не всегда ясна причинно-следственная связь между ними, особенно когда речь идёт о значениях предыдущих годов.

На основе научной литературы, были сформированы следующие гипотезы:

Гипотеза 1: Внутренние затраты на НИОКР позитивно влияют на уровень инновационной активности предприятий, а также долю инновационной продукции в ВВП.

Гипотеза 2: Численность работников, выполняющих НИОКР, позитивно влияют на количество патентов на изобретения.

До проведения регрессионного анализа проведен ряд тестов. Во-первых, тест Дики-Фуллера показал наличие

стационарности результирующих показателей (Y_t). Соответственно, переменные дифференцированы, чтобы преобразовать их в стационарный ряд. Во-вторых, проведен анализ оптимального количества лагов. Тесты на основе информационных критерий (AIC, BIC, HQIC) выявили, что оптимальным количеством лагов являются 3 года.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дескриптивный анализ статистических данных позволяет изучить динамику развития показателей НИОКР в Республике Казахстан. Ниже представлены данные о государственных расходах на НИОКР в Республике Казахстан (рисунок 2).

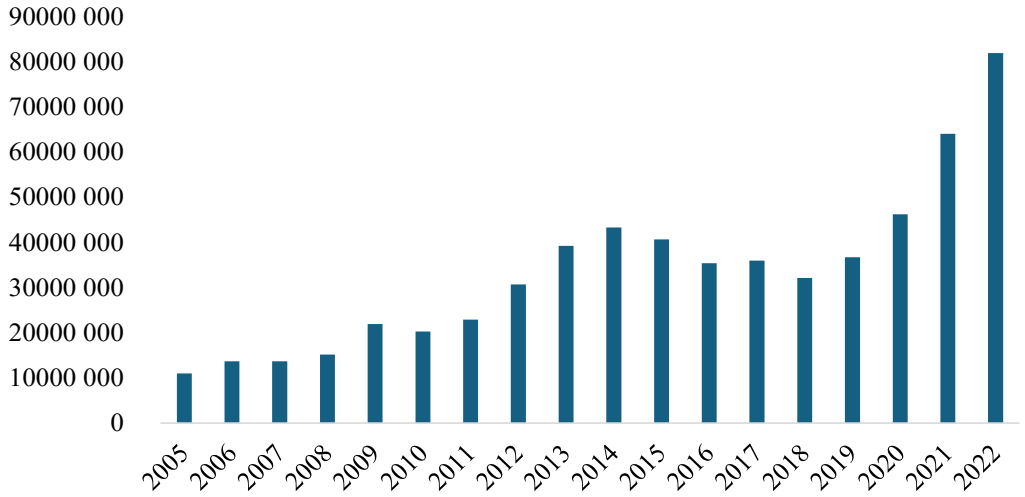


Рисунок 2. Государственные затраты из средств бюджета на НИОКР за 2005-2022 гг., тыс. тенге.
Figure 2. State expenditures from the R&D budget for 2005-2022, thousand KZT

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Согласно данным, представленным на рисунке 2, в 2005 году государственные расходы на НИОКР составили 11 015 579 тыс. тг., постепенно увеличиваясь до 2014 года. В последующие годы (2015-2018 гг.) затраты снизились, примерно до уровня начала десятилетия, что может быть связано с тем, что, согласно статистике ООН (2016), во всем мире рост мировой экономики в 2015 году был самым низким со времени финансового кризиса 2008-2009 годов. Далее с 2019 года наблюдается стабильный рост затрат на НИОКР. К примеру, за три года (с 2019 по 2022 гг.) вышеуказанные расходы увеличились на 55%, составляя самый высокий показатель за весь период, достигнув 81 952 837 тыс. тг. в 2022 году по сравнению с 36 716 126 тыс. тг. в 2019 году. Такой стабильный рост объема финансирования со стороны государства указывает на высокий интерес и инициативу, направленных на развитие науки и инноваций в Казахстане.

На следующем рисунке представлены данные о государственных расходах во внутренних затратах на НИОКР в Казахстане за исследуемый период (рисунок 3).

Доля государственных расходов, представленная на рисунке, отражает процентное соотношение государственных затрат на НИОКР к общим внутренним затратам на эту деятельность в стране. За весь период наблюдений (с 2005 по 2022 годы) доля государственных расходов во внутренних затратах на НИОКР колебалась от 0,44 до 0,67. Видно, что в начале периода (2005-2010 годы) доля государственных расходов была относительно невысокой, но затем начала возрастать, достигнув пика в 2022 году. Тенденция увеличения доли государственных расходов в НИОКР после 2010 года может свидетельствовать о более активной государственной поддержке и финансировании научно-исследовательских проектов в стране. Это также

может быть связано с приоритетными научными направлениями, национальными программами развития, а также стратегическими целями государственной политики в области науки и инноваций.

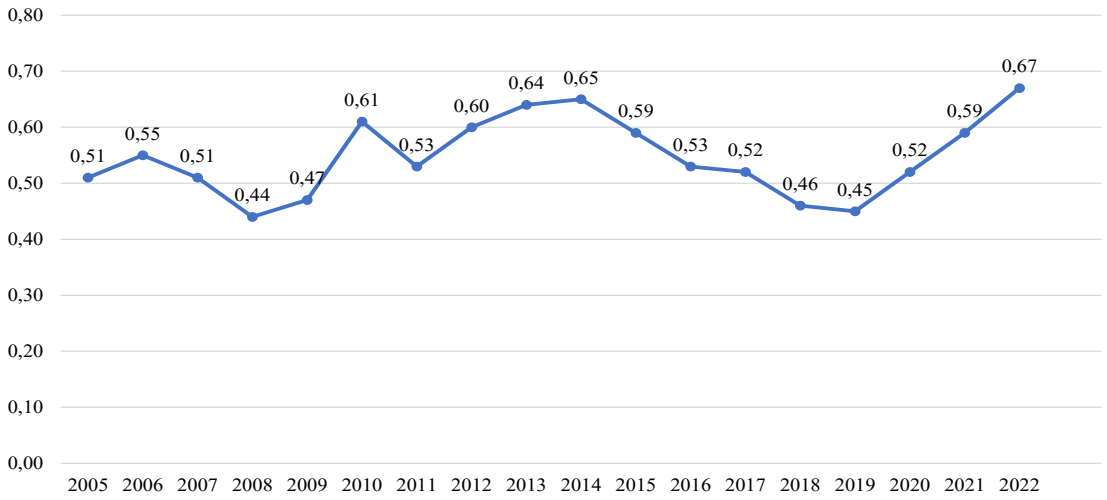


Рисунок 3. Доля государственные расходов во внутренних затратах на НИОКР в Казахстане за период с 2005 по 2022 годы
Figure 3. Share of government expenditures in domestic R&D expenditures in Kazakhstan for the period from 2005 to 2022

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Следующий рисунок представляет численность работников, занимающихся научными исследованиями и разработками за период с 2005 по 2022 годы (рисунок 4).

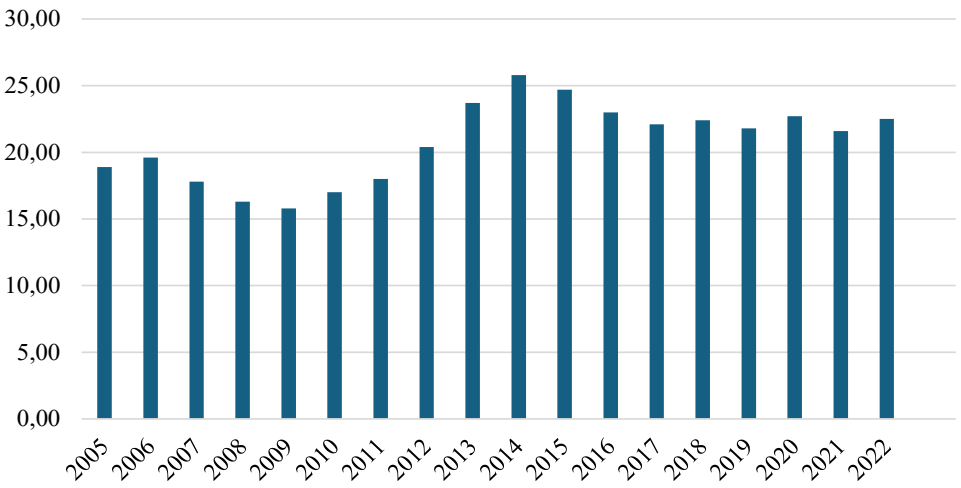


Рисунок 4. Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки в Казахстане за 2005-2022 гг.
Figure 4. The number of workers who carried out scientific research and development in Kazakhstan for 2005-2022

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Согласно рисунку 4, с 2005 по 2013 годы наблюдается устойчивый рост численности работников, выполняющих научные исследования и разработки. В этот период численность увеличилась с 18,90 тысяч в 2005 году до 23,70 тысяч в 2013 году.

После 2013 года наблюдается некоторый спад в численности работников. Этот спад, однако, не такой значительный, как рост до этого времени. Максимальное значение численности было достигнуто в 2014 году – 25,80 тысяч работников. С 2014 по 2022 год численность работников колеблется, но общий тренд остается относительно стабильным.

Из этих данных можно сделать вывод, что в начале был значительный рост численности, возможно, связанный с увеличением финансирования или интересом к научным исследованиям. После достижения пика в 2014 году численность стабилизировалась на относительно высоком уровне, и ожидается рост, связанный с увеличением финансирования в данной области, а также со стратегической целью государства, направленной на увеличение объема финансирования НИОКР в доле ВВП до 1% к 2030 году.

Далее представлены данные об использовании интеллектуальной собственности в части доходов от экспорта и выплатах за импорт с 2005 по 2022 годы (рисунок 5).

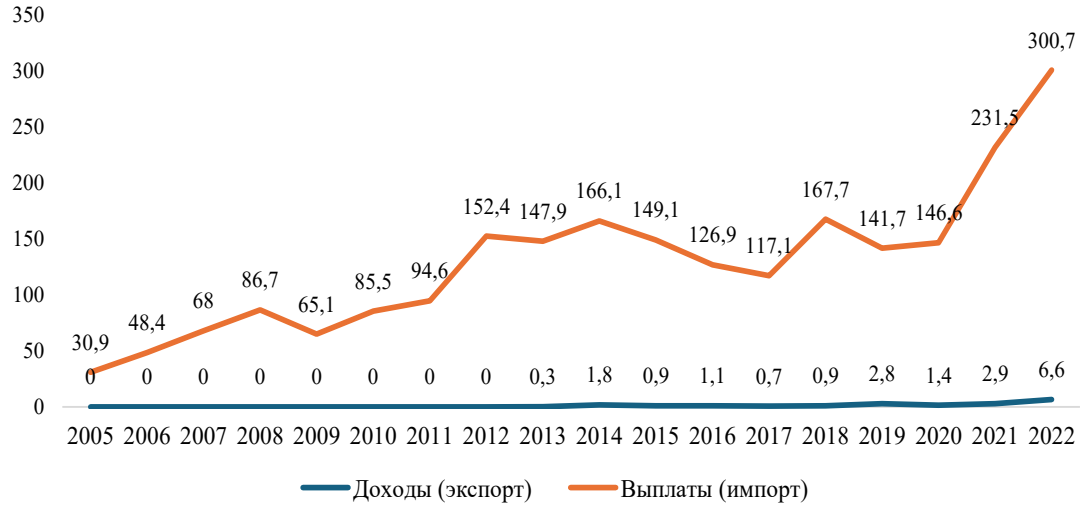


Рисунок 5. Плата за использование интеллектуальной собственности за 2005-2022 гг., млрд. долларов
Figure 5. Payment for the use of the intellectual property for 2005-2022, billion dollars

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Согласно данным, представленным на рисунке 5, в течение рассматриваемого периода доходы от экспорта менялись от отсутствия доходов в начале периода до значительного роста к концу. Если в 2005 году доходов от экспорта не было, то в 2022 году они выросли до 6,6 миллиарда.

Выплаты за импорт также увеличивались с течением времени, начиная с 30,9 миллиарда долларов в 2005 году и достигая своего пика в 2022 году, составив 300,7 миллиарда долларов. Это может указывать на увеличение импорта товаров и услуг в течение исследуемого периода. Плата за использование интеллектуальной собственности также представлена в таблице. Эти платежи начались с нулевого уровня вплоть до 2013 года. После чего начали увеличиваться, достигнув 6,6 миллиарда долларов в 2022 году.

В целом, данные показывают увеличение как доходов от экспорта, так и выплат за импорт, а также внедрение интеллектуальной собственности во внешней торговле в течение рассматриваемого периода.

Если углубляться в статистику отдельных видов интеллектуальной собственности, то подробные данные представлены ниже на рисунке 6.

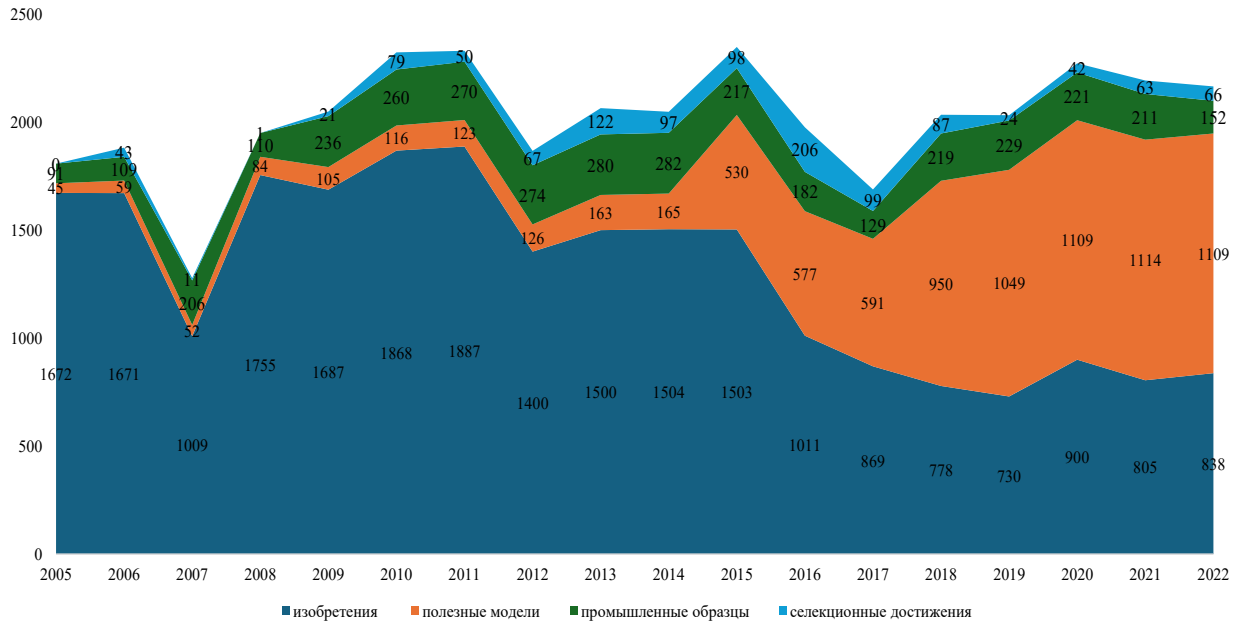


Рисунок 6. Статистика выданных охранных документов за 2005-2022 гг.
Figure 6. Statistics of issued security documents for 2005-2022

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Как видно из рисунка 6, общее число патентов варьируется от года к году в каждой категории. Пик числа патентов на изобретения приходится на 2010 год, а затем наблюдается общий тренд снижения. Число патентов на полезные модели и промышленные образцы также имеет всплески в разные годы, но общий тренд скорее восходящий. Количество селекционных достижений сравнительно меньше по сравнению с другими категориями, но имеет тенденцию к увеличению в последние годы.

Следующий рисунок представляет собой данные об отечественных изобретениях, поданных через зарубежные организации (рисунок 7).

Так, в 2005 году было подано 8 изобретений через РСТ и 18 через ЕАПК. Количество изобретений постепенно росло в обоих случаях вплоть до 2014 года, когда через РСТ было подано 23 изобретения, а через ЕАПК - 74. После 2014 года число поданных патентов через оба соглашения снова начало колебаться, но в целом сохранялось на высоком уровне.

Через РСТ максимальное количество изобретений было зарегистрировано в 2021 году - 33, в то время как через ЕАПК - в 2017 году, когда было подано 107 изобретений. В целом, данные показывают тенденцию к увеличению числа поданных патентов на протяжении рассматриваемого периода, с некоторыми колебаниями в отдельные годы. Увеличение количества подачи патентов через РСТ и ЕАПК указывает на то, что казахстанские компании и инновационные центры активно участвуют в международных программах и инициативах в области интеллектуальной собственности.

Далее представлено количество созданных и используемых новых технологий и объектов техники (рисунок 8).

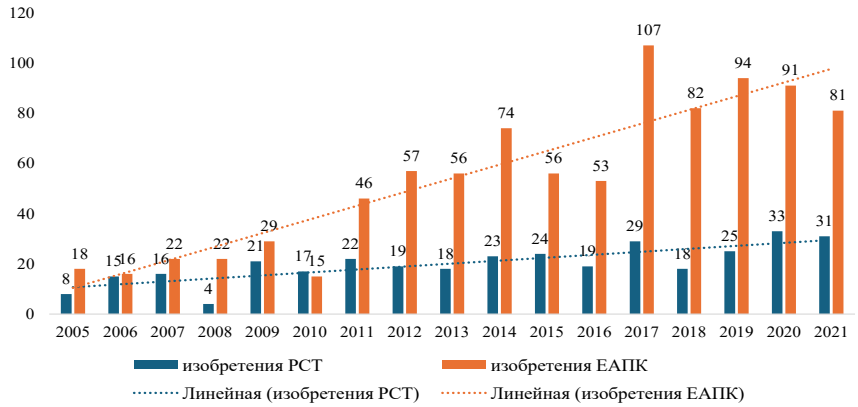


Рисунок 7. Количество изобретений, поданных через Парижское соглашение о патентных правах (РСТ) и Евразийское патентное соглашение (ЕАПК) с 2005 по 2021 гг.
Figure 7. Number of inventions filed through the Paris Patent Rights Agreement (PCT) and the Eurasian Patent Agreement (EAPC) from 2005 to 2021

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

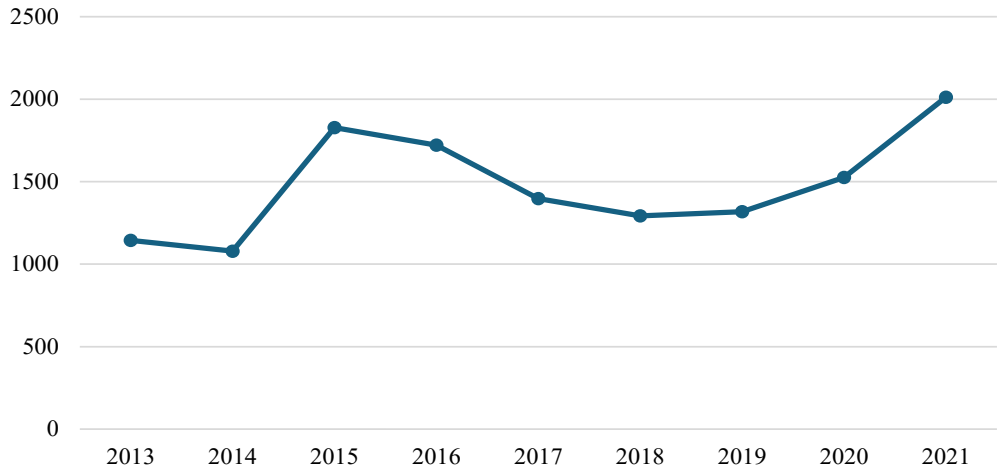


Рисунок 8. Количество созданных и используемых новых технологий и объектов техники в период с 2013 по 2021 годы
Figure 8. Number of new technologies and technical objects created and used in the period from 2013 to 2021

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Согласно рисунку 8, в 2013 году было создано 1144 новых технологий и объектов техники. За последующие годы наблюдается некоторая изменчивость: в 2014 году это число снизилось до 1079, затем в 2015 году резко возросло до 1828. Однако, в 2016 году оно снова немного сократилось до 1721.

В период с 2017 по 2021 годы количество созданных новых технологий и объектов техники продолжало колебаться, но в целом сохраняло тенденцию к снижению: от 1398 в 2017 году до 2012 в 2021 году. Эти данные могут указывать на различные факторы, влияющие на инновационную активность в тех или иных сферах, такие как экономические условия, научные открытия, изменения в потребительском спросе и другие.

Далее представлена динамика уровня инновационной активности предприятий и доли инновационной продукции в ВВП за период с 2005 по 2022 год (рисунок 9).

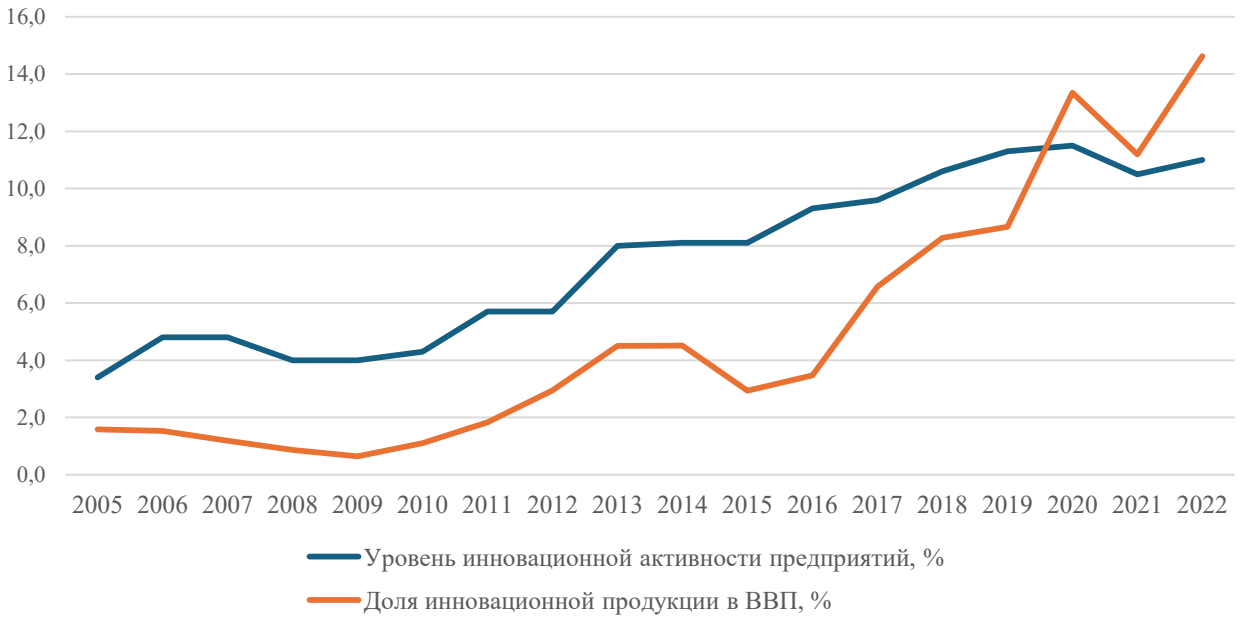


Рисунок 9. Уровень инновационной активности предприятий и доли инновационной продукции в ВВП за период с 2005 по 2022 годы, %
Figure 9. Level of innovative activity of enterprises and the share of innovative products in GDP for the period from 2005 to 2022, %

Примечание: составлено авторами на основе источника Bureau of National Statistics (2023)

Согласно данным, представленным на рисунке 9, за период с 2005 по 2013 годы уровень инновационной активности предприятий вырос с 3,4% до 8% к 2013 году. Однако в период с 2014 по 2022 годы этот уровень оставался достаточно стабильным, колеблясь в пределах от 8,1% до 11,5%.

Доля инновационной продукции в ВВП с 2005 по 2008 годы также немного увеличилась, а затем снизилась до 0,64% в 2009 году. После этого начался постепенный рост, и с 2013 по 2022 годы доля инновационной продукции значительно возросла, достигнув 14,62% к 2022 году. Важно отметить, что данная динамика указывает на увеличение вклада инноваций в экономику страны.

Оценка взаимовлияния факторов коммерциализации научных исследований и разработок в Казахстане

Результаты применения векторной авторегрессии (VAR) с учётом трёх лет временного лага показаны в таблице 2. Из-за дифференциации количество лет в регрессии уменьшилось до 13, что является небольшим для выявления интерпретируемых коэффициентов. При этом методология VAR фокусируется на выявлении причинно-следственных связей Грейнджера, соответственно, важно выделить статистическую значимость переменных между собой.

Результаты анализа показывают, что имеется статистически значимое позитивное? влияние инновационной активности предприятий на увеличение экспорта инновационной продукции через 3 года, и негативное влияние на долю инновационной продукции в ВВП, патенты и затраты на инновации в промышленности. Можно сделать предварительный вывод, что активность предприятий в основном направлена на расширение экспортоориентированной продукции для увеличения прибыли в краткосрочном времени, но это уменьшает затраты и результаты на реальную инновационную деятельность, в том числе и патенты. Эти результаты вполне логичны, так как большинство предприятий в первую очередь ориентируются на быструю прибыль.

Таблица 2. Результаты векторной авторегрессии (VAR) ключевых факторов (лаг – 3 года)
Table 2. Results of vector autoregression (VAR) of key factors (lag – 3 years)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Переменные	Инновационная активность предприятий	Доля инновационной продукции в ВВП	Патенты	Экспорт инновационной продукции	Внутренние затраты на НИОКР	Затраты на инновации в промышленности	Численность работников НИОКР
Инновационная активность предприятий (Л3)	0.057	-0.393**	-22,057***	698***	-24,804	-4864992**	-169,650
	(0.326)	(0.194)	(6,671)	(225)	(276,392)	(2088481)	(118,321)
Доля инновационной продукции в ВВП (Л3)	-0.263	0.254	-6,255	199.179	506,660	7281420**	338,321*
	(0.522)	(0.311)	(10,671)	(361.245)	(442,130)	(3340831)	(189,272)
Патенты (Л3)	0.000*	0.000	-0.294**	0.016***	9.231*	56.971	-1.521
	(0.000)	(0.000)	(0.121)	(0.004)	(5.024)	(37.959)	(2.151)
Экспорт инновационной продукции (Л3)	-0.001*	0.000	-19.16***	0.331*	431*	-1,664	-159.426
	(0.000)	(0.000)	(5.917)	(0.200)	(245)	(1,852)	(104.940)
Внутренние затраты на НИОКР	-0.000	-0.000	0.008	-0.001***	-0.985**	0.513	0.238
	(0.000)	(0.000)	(0.009)	(0.000)	(0.392)	(2.965)	(0.168)
Затраты на инновации в промышленности	-0.000	0.000	0.004**	-0.000	0.011	0.693	0.037
	(0.000)	(0.000)	(0.001)	(0.000)	(0.059)	(0.449)	(0.025)
Численность работников НИОКР	-0.000	0.000	-0.011	0.000	0.215	4.452	0.186
	(0.000)	(0.000)	(0.011)	(0.000)	(0.463)	(3.498)	(0.198)
Константа	0.015	-0.003	182.827	-6.044	5,635	-50,175	17,184***
	(0.011)	(0.006)	(221.995)	(7.515)	(9,197.297)	(69,496.758)	(3,937.285)
Количество лет	13	13	13	13	13	13	13

Примечание. Л3 – лаг 3 года; *$p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ВВП – валовый внутренний продукт; НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Анализ также выявил значимое позитивное влияние доли инновационной продукции в ВВП на затраты на инновации в промышленности и численность работников НИОКР через 3 года. Вполне ожидаемо, что, когда производство инноваций относительно ВВП выше, это приводит к затратам на продуктивные инновации в промышленности, что дальше должно привести к увеличению самого ВВП за счёт увеличения продуктивности промышленных объектов. Также важен результат, что рост объема произведенной инновационной продукции в сравнении к ВВП увеличивает численность работников НИОКР, что способствует развитию науки за счёт большего количества учёных.

Также важен результат, что увеличение количества патентов приводит к увеличению экспорта инновационной продукции через 3 года, но при этом, увеличение экспорта инновационной продукции приводит к уменьшению патентов через 3 года. Эти результаты показывают своего рода цикличность отношений между патентами и экспортом инноваций. Возможно, как только предприятия патентуют свои инновации, последующие 3 года они фокусируются на ее коммерциализации, особенно за рубежом, что приводит к снижению усилий по патентованию из-за перетягивания ресурсов. Это так же подтверждается негативным влиянием увеличения количества патентов на новые патенты через 3 года, что показывает, что предприятия переключают внимание на другие активности. При этом увеличение и количества патентов, и экспорта инновационной продукции приводит к статистически значимому увеличению внутренних затрат на НИОКР.

Так же необходимо отметить, что увеличение затрат на инновации в промышленности увеличивает количество патентов через 3 года, но увеличение внутренних затрат на НИОКР уменьшают эти затраты через 3 года. Это означает, что прежние затраты влияют на решение уменьшить затраты в будущем, скорее всего из-за бюджетной политики государства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие НИОКР и их коммерциализация в Казахстане является ключевым аспектом стратегии модернизации экономики и обеспечения устойчивого роста. Статистика показывает, что в последние годы правительство стремится создать благоприятные условия для развития инновационных стартапов и высокотехнологичных индустрий, упрощая процедуры оформления патентов, увеличивая финансирование и льготы для инвесторов в сфере науки и технологий. Однако, несмотря на прогресс, перед Казахстаном остаются такие вызовы, как необходимость повышения качества научных исследований, привлечение талантливых специалистов и расширение доступа к современным технологиям. Поэтому в условиях глобальных вызовов выявление факторов коммерциализации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ играет ключевую роль в понимании процессов инновационной деятельности и их влияния на экономический рост и развитие. Коммерциализация НИОКР является мощным катализатором экономического роста. Перевод научных исследований и технологических разработок в коммерчески успешные продукты и услуги способствует увеличению производства, инвестиций и занятости, что в конечном итоге способствует увеличению ВВП и улучшению благосостояния. Предприятия, которые успешно коммерциализируют результаты НИОКР, обретают конкурентное преимущество на рынке. Это позволяет им создавать уникальные продукты и услуги, удовлетворяющие потребности потребителей и обеспечивающие стабильные позиции на рынке. Коммерциализация НИОКР способствует технологическому прогрессу в различных секторах экономики. Новые технологии и инновационные продукты повышают эффективность производства, снижают издержки, улучшают качество жизни и способствуют решению социальных и экологических проблем. Успешная коммерциализация НИОКР привлекает интерес со стороны инвесторов. Это способствует притоку капитала в инновационные проекты и развитию научно-технологического сектора. Коммерциализация НИОКР способствует росту научной базы и развитию кадрового потенциала. Успешные инновации привлекают талантливых исследователей и специалистов, а также стимулируют инвестиции в научные и образовательные учреждения.

Таким образом, выявление факторов, определяющих успешную коммерциализацию НИОКР, не только помогает понять механизмы инновационного развития, но и способствует формированию эффективных стратегий

поддержки инноваций и стимулирования экономического роста.

Данное исследование ограничивается изучением факторов эффективности коммерциализации в Казахстане, поэтому последующие работы могут расширить полученные результаты, добавив в качестве объекта исследования другие страны.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization and theory: GA; research design: GA, BY, AK and EM; data collection: GA, BY, AK and EM; analysis and interpretation: GA, BY and AK; writing draft preparation: GA, BY, AK and EM; supervision: GA; correction of article: AB, IM, TM and VA; proofread and final approval of article: GA, BY, AK and EM. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

REFERENCES

Alibekova G. (2014). Comparative analysis of the effectiveness of government funding for research and development (case of Kazakhstan and developed economies). *Kazakh Economic Review, 1-2*, 36-47.

Alibekova, G., Tleppaev, A., & Alzhanova, F. (2016). Econometric Evidence of the Effectiveness of Different R&D Funding Sources. *Social Science Research Network*, *10*(4), 1-19. https://doi.org/10.2139/ssrn.2732559

Acemoglu, D., Akcigit, U., & Kerr, W. (2016). Networks and the macroeconomy: An empirical exploration. *Nber macroeconomics annual*, *30*(1), 273-335. https://doi.org/978-0-226-39560-9/2016/2015-0401$10.00

Bureau of National Statistics (2023). (accessed April 30, 2024). Available on: http://www.stat.gov.kz

Chesbrough, H., & Crowther, A. K. (2006). Beyond High Tech: Early Adopters of Open Innovation in Other Industries. *R&D Management*, 36(3), 229-236. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2006.00428.x

Choi, J. I., Hong, K. P., Jang, S. K., & Bae, Y. G. (2017). Technology Commercialization of Research Institute Company: A Case of the KAERI's HemoHim. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, *7*(2), 129-140. https://doi.org/10.16972/apjbve.7.2.201207.129

Choi, Y. (2019). Promotion of SME Technology Commercialization and Networking. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *5*(3), 65. https://doi.org/10.3390/joitmc5030065

Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems. *Journal of Product Innovation Management*, *25*(3), 213-232. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x

Egeln, J., Gottschalk, S., Rammer, C., & Spielkamp, A. (2002). *Public research spin-offs in Germany: summary report* (No. 03-04). ZEW-Dokumentation.

Frederick, H. H., & Kuratko, D. F. (2010). *Entrepreneurship* (2nd Asia-Pacific ed.). Cengage Learning.

Gibson, C. S. (2011). Breaking Down Barriers to Technology Transfer: Reforming WTO Standard-Setting Rules and Establishing an Advisory Facility in Standard-Setting for Developing & Least Developed Countries. Sustainable Technology Trahsfer*, Hans Henrik Lidgard, Jeffery Atik, Tu Thahn Nguyen, eds., Kluwer, Forthcoming, Suffolk University Law School Research Paper*, (11-37).

Jungwook, B., Yunbae, K., Byungchul, L., Bodum, C., & Chanmin, P. (2009, August). Analysis of the factors to affect technology transfer fee in the intellectual property management. In *PICMET'09-2009 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology* (pp. 2821-2833). IEEE.

Kang, J. M. (2013). The Effect of Open Innovation on Technology Commercialization Performance: A Case of BioPharmaceutical Industry (PhD Thesis). Sungkyunkwan University Graduate School, Seoul, Korea, 5(6), 65-84. https://doi.org/10.3390/joitmc5030065

Karaveg, C., Thawesaengskulthai, N., & Chandrachai, A. (2014). Evaluation Model for Research and Development Commercialisation Capability. *Production & Manufacturing Research*, *2*(1), 586-602. https://doi.org/10.1080/21693277.2014.886086

Kriegesmann, B. (2020). Unternehmensgründungen aus der Wissenschaft. *Z Betr*, 70, 397-414.

Kim, H. S., Kim, D. S., & Kim, H. I. (2009). An Empirical Study on Causal Relationship Between Performance Measures of Technology-Based Startup Firms. *Product Review*, *23*(1), 553-569. https://doi.org/10.3390/joitmc5030065

Kumar, S., Luthra, S., Haleem, A., Mangla, S., & Garg, D. (2015). Identification and Evaluation of Critical Factors to Technology Transfer Using the AHP Approach. *International Strategic Management Review*, *3*(1-2), 24-42. https://doi.org/10.1016/j.ism.2015.09.001

Kusuma, C., Sutopo, W., Yuniaristanto, Y., & Hadiyono, S. (2015). Incubation Scheme of the University Spin-Off to Commercialize the Invention in Sebelas Maret University. *Proceedings of the International MultiConference of Engineer and Computer Scientists* (pp. 18-20). Hong Kong.

Lee, G.-W. (2012). *Strengthening the Creation, Protection and Utilization of Intellectual Property*. KISTI, Daejeon, Korea.

Lockett, A., Wright, M., & Franklin, S. (2003). Technology Transfer and Universities' Spin-Out Strategies. *Small Business Economics*, *20,* 185-200. https://doi.org/10.1023/A:1022220216972

Mainelli, P. (2001). *Managing Innovation and Entrepreneurship in Technology-Based Firms*. John Wiley & Sons Inc.

Miller, K., McAdam, R., Moffett, S., & Brennan, M. (2011). An Exploratory Study of Retaining and Maintaining Knowledge in University Technology Transfer Processes. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, *17*(6), 663-684.

OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed.). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.

Somsuk, N., Punnakitikashem, P., & Laosirihongthong, T. (2010, December). Determining enabling factors of university technology business incubation program: Resource-based view theory. In *2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1032-1037). IEEE.

Scholten, V. E. (2006). *The early growth of academic spin-offs:[factors influencing the early growth of Dutch spin-offs in the life sciences, ICT and consulting]*. Wageningen University and Research.

Shane, S., & Stuart, T. (2002). Organizational Endowments and the Performance of University Start-Ups. *Management Science*, *48*(1), 154-170. https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.154.14280

Smilor, W., & Matthews, J. (2004). University Venturing: Technology Transfer and Commercialisation in Higher Education. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, *3*(1), 111-128. https://doi.org/10.1504/IJTTC.2004.003519

Sung, T. K. (2009). Technology Transfer in the IT Industry: A Korean Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, *76*(5), 700-708. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.011

Sutopo, W., Astuti, R., & Suryandari, R. (2019). Accelerating a Technology Commercialization with a Discussion on the Relation Between Technology Transfer Efficiency and Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *5*(4), 95. https://doi.org/10.3390/joitmc5040095

Tidd, J., & Bessant, J. (2009). *Managing Innovation* (4th ed.). Wiley.

Vohora, A., Wright, M., & Lockett, A. (2004). Critical Junctures in the Development of University High-Tech Spinout Companies. *Research Policy*, *33*(1), 147-175. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00107-0

Wicaksana, D. E. P., & Sutopo, W. (2015, November). Identification of incubation scheme by incubator in university innovation center to develop Indonesian economy. In *Proceedings of the Joint International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering (ICEVT & IMECE)* (pp. 292-297). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICEVTIMECE.2015.7496696

Yang, Y., Wang, Y., Wang, C., Zhang, Y., & Zhang, C. (2022). Temporal and Spatial Evolution of the Science and Technology Innovative Efficiency of Regional Industrial Enterprises: A Data-Driven Perspective. *Sustainability*, *14*(17), 10721. https://doi.org/10.3390/su141710721

Yun, J.J., Jeong, E., Lee, Y., & Kim, K. (2018). The Effect of Open Innovation on Technology Value and Technology Transfer: A Comparative Analysis of Korea's Automotive, Robotics, and Aviation Industries. *Sustainability, 10*(7), 2459.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

***Gulnaz Zh. Alibekova –** PhD., Leading Researcher, Institute of Economics CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, email: galibekova77@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3498-7926
Bauyrzhan M. Yedgenov – PhD, Assistant Professor, SDU University, Kaskelen, Kazakhstan, email: bauyrzhan.yedgenov@sdu.edu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6625-4554
Assel K. Kozhakhmetova – PhD, Associate Professor, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, email: a.kozhakhmetova@kbtu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3077-2023
Elmira N. Mynbaeva – PhD, Associate Professor, Maqsut Narikbayev University, Astana, Kazakhstan, email: e_mynbayeva@kazguu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8759-323X

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

***Алибекова Г.Ж.** – PhD, жетекші ғылыми қызметкер, ҚР ҒЖБМ ҒК Экономика институты, Алматы, Қазақстан, email: galibekova77@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3498-7926
Едгенов Б.М. – PhD, профессор ассистенті, SDU University, Қаскелең, Алматы, Қазақстан, email: bauyrzhan.yedgenov@sdu.edu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6625-4554

Қожахметова Ә.. – PhD, профессор ассистенті, Қазақ-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан, email: a.kozhakhmetova@kbtu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3077-2023
Мынбаева Э.Н. – PhD, профессор ассистенті, Мақсұт Нәрікбаев атындағы университет, Астана, Қазақстан, email: e_mynbayeva@kazguu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8759-323X

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

***Алибекова Г.Ж**. – PhD, ведущий научный сотрудник, Институт экономики КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, email: galibekova77@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3498-7926
Едгенов Б.М. – PhD, ассистент профессора, SDU University, Каскелен, Казахстан, email: bauyrzhan.yedgenov@sdu.edu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6625-4554
Кожахметова А.К. – PhD, ассистент профессора, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, email: a.kozhakhmetova@kbtu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3077-2023
Мынбаева Э.Н. – PhD, ассистент профессора, Университет имени Максута Нарикбаева, Астана, Казахстан, email: e_mynbayeva@kazguu.kz, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8759-323X