https://doi.org/10.58805/ebs.V.1(32)-36

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Г.М. Мутанов[1], А.А. Темирбаев[2], А.С. Жупарова[1]✉, Ж.С. Есенгалиева[1], С.М. Торекул[1]

[1] РГП на ПХВ "Институт информационных и вычислительных технологий" КН МНВО РК, Алматы, Казахстан
[2] НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Алматы, Казахстан
✉ Корреспондент-автор: aziza.zhuparova@gmail.com

По оценкам WIPO (Global Innovation Index), мировые расходы на НИОКР в 2024 году достигли порядка $ 2,87 трлн., при этом, 80% стран тратят менее 1% ВВП. В странах ОЭСР средняя доля затрат на НИОКР в 2023 году составила 2,7% ВВП, тогда как в Казахстане этот показатель не достигает и 0,2 %, что отражает существенный разрыв в научно-технологическом потенциале. Это вызывает необходимость детального изучения методов оценки обоснованности и целесообразности запрашиваемого финансирования научных проектов в развитых странах с целью разработки рекомендаций по совершенствованию системы оценки в Казахстане. В настоящем исследовании для анализа отобраны шесть технологически ведущих стран, такие как США, Япония, Германия, Южная Корея, Израиль и Эстония. Методология исследования заключается в сравнительном анализе и типологизации для классификации национальных моделей по ключевым параметрам, включающим критерии оценки, структуру расходов и показатели эффективности. В результате исследования выявлено, что каждая модель имеет отличительные особенности, однако прослеживается закономерность, что ведущие модели финансирования направлены на формирование сильной связи бизнеса, науки и производства, что позволяет создавать новые продукты, технологии и услуги имеющие потенциал для коммерциализации.

Ключевые слова: финансирование науки, грантовая экспертиза, оценка обоснованности, цифровизация.

ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАРДЫ ҚАРЖЫЛАНДЫРУДЫҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕСІ

Г.М. Мутанов[1], А.А. Темирбаев[2], А.С. Жупарова[1]✉, Ж.С. Есенгалиева[1], С.М. Торекул[1]

[1] Шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты», Алматы, Қазақстан
[2] Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
✉ e-mail: aziza.zhuparova@gmail.com

Дүниежүзілік зияткерлік меншік ұйымының мәліметтері бойынша, 2024 жылы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға жұмсалатын жаһандық шығындар шамамен 2,87 триллион долларға жетті, дегенмен, барлық шығындардың 80% елдер ЖІӨ-нің 1%-дан азын жұмсайды. ЭЫДҰ елдерінде ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға жұмсалатын шығындардың орташа үлесі 2023 жылы ЖІӨ-нің 2,7%-ын құрады, ал Қазақстанда бұл көрсеткіш 0,2%-дан аз, бұл ғылыми-техникалық әлеуеттегі айтарлықтай алшақтықты көрсетеді. Бұл Қазақстандағы бағалау жүйесін жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу мақсатында дамыған елдердегі ғылыми жобаларға сұралған қаржыландырудың негіздемесі мен орындылығын бағалау әдістерін егжей-тегжейлі зерттеуді қажет етеді. Ағымдағы зерттеуде талдау үшін алты технологиялық дамыған ел қарастырылды: АҚШ, Жапония, Германия, Оңтүстік Корея, Израиль және Эстония. Зерттеу әдіснамасы ұлттық модельдерді бағалау критерийлері, шығындар құрылымы және өнімділік көрсеткіштері сияқты негізгі параметрлер бойынша жіктеуге арналған салыстырмалы талдау мен типологиядан тұрады. Зерттеу әрбір модельдің өзіндік ерекшеліктері бар екенін көрсетті, бірақ бір заңдылық пайда болады: жетекші қаржыландыру модельдері бизнес, ғылым және өнеркәсіп арасындағы берік байланысты нығайтуға бағытталған, бұл коммерцияландыру әлеуеті бар жаңа өнімдерді, технологияларды және қызметтерді жасауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ғылымды қаржыландыру, гранттық сараптама, негізділікті бағалау, цифрландыру.

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN FUNDING RESEARCH PROJECTS

G.M. Mutanov[1], A.A. Temirbayev[2], A.S. Zhuparova[1]✉, Zh.S. Yesengaliyeva[1], S.M. Torekul[1]

[1] Republican state enterprise on the right of economic use «Institute of information and computational technologies», Almaty, Kazakhstan
[2] Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

✉ *e-mail: aziza.zhuparova@gmail.com*

According to WIPO (Global Innovation Index), global R&D spending in 2024 will reach approximately $2.87 trillion; however, 80% of countries spend less than 1% of GDP. In OECD countries, the average share of R&D spending in 2023 was 2.7% of GDP, whereas in Kazakhstan it was less than 0.2%, reflecting a significant gap in scientific and technological potential. This necessitates a detailed study of methods for assessing the justification and feasibility of funding requests for scientific projects in developed countries, with the aim of developing recommendations to improve the evaluation system in Kazakhstan. This study selected six technologically advanced countries for analysis: the United States, Japan, Germany, South Korea, Israel, and Estonia. The research methodology involves a comparative analysis and typology to classify national models based on key parameters, including evaluation criteria, cost structure, and performance indicators. The study revealed that each model has distinctive features, but a consistent pattern emerges leading financing models are aimed at fostering strong ties between business, science, and industry, enabling the creation of new products, technologies, and services with commercialization potential.

Keywords: research funding, grant evaluation, justification assessment, digitalization.

Введение. В современном обществе в условиях формирования нового технологического уклада крайне важным фактором конкурентоспособности государств является научно-техническое доминирование и технологическое превосходство, основой которого является эффективная система финансирования науки. Согласно оценкам WIPO (Global Innovation Index), мировые расходы на НИОКР в 2024 году достигли около $2,87 трлн., по сравнению с 2,78 триллиона долларов США в 2023 году [1]. При этом, несмотря на стабильный рост глобальных расходов на НИОКР, в большинстве стран уровень финансирования науки остаётся низким. Согласно Докладу ЮНЕСКО по науке [2] около 80% стран направляют на исследования и разработки менее 1% ВВП. Показательно, что прорывные технологии концентрируются лишь в 10 ведущих странах. Подобная концентрация во многом обусловлена эффективностью национальных систем финансирования НИОКР, что снижает конкурентоспособность других стран.

В этом контексте особую актуальность приобретает исследование подходов к оценке научных проектов, применяемых в технологически развитых стран. Это обусловлено наблюдаемым сдвигом в подходах к оценке от традиционных моделей административного контроля к модели стратегического инвестирования в производство новых знаний с учетом экономической эффективности, окупаемости инвестиций и социальной значимости результатов исследования.

Следует отметить, что цифровая революция и развитие искусственного интеллекта требует совершенствования методов оценки финансовой обоснованности научных проектов. Согласно анализу ведущих грантовых агентств, на данный момент происходит внедрение искусственного интеллекта для валидации бюджетов и пилотирование машинного обучения для снижения нагрузки при рассмотрении заявок [3-4]. В целом, автоматизация существующих процессов оценки научных проектов фундаментально меняет природу экспертизы, позволяя снизить человеческий фактор в оценке научных проектов.

Цель настоящего исследования заключается в проведении комплексного анализа методов финансирования научных проектов технологически развитых стран и разработке рекомендаций по совершенствованию существующей системы оценки в Республике Казахстан с учетом лучших международных практик и национальной специфики.

В отличие от существующих сравнительных исследований систем финансирования науки [5-6], данная работа впервые исследует международный опыт применительно к действующей нормативно-правовой базе Казахстана. Предложенный анализ позволяет сопоставить критерии, алгоритмы и институциональную архитектуру экспертных систем шести технологически развитых стран с параметрами системы государственная научно-техническая экспертиза (ГНТЭ), что создаёт основу для разработки дифференцированных рекомендаций по реформированию механизмов оценки финансовой обоснованности научных проектов в Республике Казахстан.

Материалы и методы. Настоящее исследование посвящено изучению методов финансирования научных проектов, применяемых в мировой практике. В связи с этим, формулирование основного исследовательского вопроса: какие методологические подходы и институциональные механизмы финансирования применяются в технологически развитых странах и какие механизмы могут быть адаптированы в Казахстане для совершенствования нынешней системы оценки научных грантов. Гипотеза исследования состоит в том, что эффективность системы

финансирования научных проектов определяется не столько объёмом выделяемых средств, сколько институциональной архитектурой механизмов экспертизы, в частности, наличием дифференцированных критериев оценки по типам исследований, многоуровневой независимой экспертизы и цифровых инструментов верификации результатов.

Прежде чем определить методологию исследования важно определить, что подразумевается под финансированием науки. В настоящей работе финансирование науки рассматривается как совокупность институциональных механизмов и инструментов распределения финансовых ресурсов между субъектами научной и научно-технической деятельности по источникам, видам и формам финансирования [7]. Под оценкой научных проектов рассматривается как процедура определения соответствия заявки установленным критериям и целесообразности запрашиваемого финансирования, включая проверку нормативных требований, финансовой обоснованности и ожидаемой результативности [8]. Экспертиза научных проектов определяется как содержательная аналитическая оценка научной новизны, методологического уровня, реализуемости и значимости проекта, проводимая компетентными специалистами на принципах независимости и объективности [8]. Таким образом, экспертиза выступает инструментом оценки, которая в свою очередь является механизмом реализации системы финансирования науки.

Эмпирическую базу исследования составили нормативно-правовые акты семи стран - шести технологически развитых государств (США [9], Япония [10], Германия [11], Южная Корея [12], Израиль [13], Эстония [14]) и Республики Казахстан. По каждой стране отобран один профильный документ, регулирующий организацию экспертизы и оценки финансовой обоснованности научных проектов (для Казахстана - Правила ГНТЭ, Приказ МНВО РК № 517 от 07.11.2024 [15]); критериями отбора служили нормативный статус документа и его публичная доступность, обеспечивающая воспроизводимость анализа.

Источниками статистических данных послужили Бюро национальной статистики РК (структура и динамика затрат на НИОКР Казахстана) [16], национальные статистические службы анализируемых стран и OECD (доля затрат на НИОКР в ВВП) [17], а также World Bank [18] и WIPO/Global Innovation Index (показатели результативности — высокотехнологичный экспорт, патентные заявки, место в GII) [19].

Выборка из шести стран носит целенаправленный характер. Государства отобраны не на статистической основе, а как примеры результативных и институционально различных моделей финансирования науки. Критериями отбора послужили следующие критерии: доля расходов на НИОКР в ВВП не ниже 2%; представленность различных институциональных моделей; наличие публично доступной нормативной базы, достаточной для содержательного анализа. Такой подход обеспечивает аналитическую, а не статистическую репрезентативность выборки.

Обработка статистических данных проводилась в три шага: (1) расчёт структуры внутренних затрат на НИОКР по источникам финансирования и по видам исследований (в % к итогу) по данным БНС РК за 2019–2024 гг.; (2) расчёт доли затрат на НИОКР в ВВП и её динамики; (3) сопоставление показателей Казахстана со средним значением по странам ОЭСР и с показателями технологически развитых стран. Для оценки результативности национальных систем привлечены показатели места в Глобальном инновационном индексе, доли высокотехнологичного экспорта и числа патентных заявок на млн человек.

Методы исследования включают: институциональный анализ нормативно-правовых актов; контент-анализ текстов нормативных документов для кодирования критериев и алгоритмов экспертизы; сравнительный анализ и типологизацию национальных моделей; статистический анализ официальных статистических данных (БНС РК, национальные статистические службы, OECD, World Bank, WIPO).

Исследование проведено в несколько этапов:

1. На первом этапе проведён анализ текущего состояния системы финансирования науки в Республике Казахстан на основе данных БНС РК и действующей нормативно-правовой базы с целью выявления структурных проблем и институциональных вызовов.

2. На втором этапе определены шесть параметров сравнения национальных систем экспертизы: шкала и критерии оценки проектов; количество и структура этапов экспертизы; участие представителей бизнеса и промышленности; пороговый принцип отбора заявок; уровень цифровизации процессов верификации; институциональная принадлежность субъекта финального решения.

3. На третьем этапе осуществлено кодирование каждой из шести стран по выделенным параметрам на основе анализа нормативно-правовых документов с последующим сопоставлением с системой ГНТЭ Республики Казахстан по тем же параметрам.

4. На четвёртом этапе на основе выявленных институциональных пробелов разработаны дифференцированные рекомендации по совершенствованию системы оценки научных проектов в Республике Казахстан с указанием страны-референса и механизма адаптации.

Обсуждение и результаты. Необходимость совершенствования методов оценки финансирования научных проектов в Республике Казахстан вызвана несколькими факторами. В первую очередь, несмотря на номинальный рост внутренних затрат на НИОКР доля расходов на НИОКР в ВВП остается крайне низкой. Если в 2019 году внутренние затраты на НИОКР составляли 82,3 млрд тенге, то к 2024 году они возросли до 219,7 млрд тенге практически в 2,7 раза [16]. Доля расходов на НИОКР в структуре ВВП остается критически низкой не превышая 0,2 %, тогда как в странах ОЭСР данный показатель составлял 2,7 % в 2023 году [17]. Во-вторых, структура расходов по источникам затрат на НИОКР. В Казахстане структура финансирования науки существенно отличается от мировой практики. Анализ данных за 2024 год показывает, что из 219,7 млрд тенге внутренних затрат на НИОКР большая часть приходится на средства государственного бюджета (77,1%). Доля собственных средств научных организаций составляет лишь 15,7 %, а вклад частного сектора и иностранных инвестиций не превышают 5 % и 1% соответственно [16]. Такая структура подразумевает слабую заинтересованность предпринимателей в научных разработках и разрыве между наукой и реальным сектором экономики. Экономика Казахстана остаётся ресурсно-ориентированной, в связи с тем, что нефтегазовый и горнодобывающий секторы обеспечивают высокую прибыль без инвестиций в НИОКР, то есть компаниям проще импортировать готовые технологии, чем разрабатывать собственные. В такой структуре у бизнеса нет рыночного стимула финансировать науку. В технологически развитых странах государство уделяет большее внимание финансированию фундаментальных исследований и созданию инфраструктуры, тогда как прикладные разработки и внедрение инноваций обеспечивает частный сектор. Доля НИОКР, выполняемых бизнес-сектором, составляет 78% в США (2022), около 68% в Германии (2023) и свыше 80% в Южной Корее (2024).

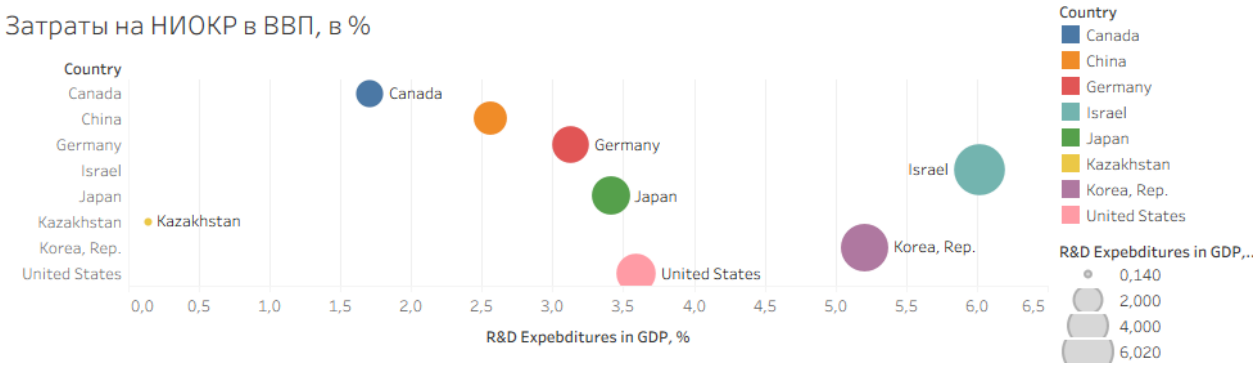


Рис. 1 - Затраты на НИОКР в ВВП технологически развитых стран и Казахстана, в %

Примечание: составлено авторами на основе источника [16-17]

В-третьих, структура затрат по видам исследований в Казахстане существенно отличается от мировой практики. По данным БНС РК за 2023 год, на ОКР приходилось лишь 7,2 % внутренних затрат на НИОКР, тогда как 65,1 % расходуются на прикладные и 27,8 % - на фундаментальные исследования [16]. Более того, из 16,1 млрд тенге, направленных на ОКР, непосредственно на изготовление опытных образцов и партий новой продукции приходится всего 4,1 млрд тенге, что составляет менее 2 % внутренних затрат на науку.

Согласно линейной модели инновации, ОКР является переходным звеном между знанием и продуктом. Поэтому если ОКР отсутствует или развит слабо происходит разрыв линейной цепочки, при которой фундаментальные и прикладные исследования производят знание, которое никуда не переходит. Понимая эти вызовы государство направило ряд мер по трансформации системы управления наукой. Так, Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев объявил 2026 год годом цифровых технологий и искусственного интеллекта [20]. Президент подчеркивает, что внедрение современных решений должно способствовать повышению потенциала страны в различных отраслях. В этом контексте роль науки приобретает ключевую роль. Далее, в апреле 2020 года глава государства поставил принципиальную задачу, которая заключалась в доведении расходов

на науку до 1% от ВВП [21]. В связи с этим, была разработана развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023–2029 годы, согласно которой до 2029 года финансирование сферы должно увеличиться до 1% от ВВП [22]. С тех пор наблюдается стабильный рост финансирования науки. Для стимулирования инвестиций бизнеса в науку с 1 января 2025 года введены налоговые льготы. Приняты конкретные меры по социальной поддержке ученых. Исследователи, занимающиеся фундаментальными работами по приоритетным направлениям науки, получают прямое базовое финансирование.

Однако, сложившаяся структура расходов на НИОКР свидетельствует об институциональном несоответствии между декларируемыми целями научно-технологической политики и реальными механизмами их достижения. Так, при официально заявленном курсе на коммерциализацию результатов исследований финансирование концентрируется преимущественно на стадиях, не обеспечивающих переход научного знания в рыночный продукт. Если рассматривать технологически развитые страны отличаются высокими затратами на опытно-конструкторские работы (ОКР), то есть на создание опытных образцов, технологий и готовых к внедрению продуктов. Так, например в США доля экспериментальной разработки составляет 67%, прикладных исследований - 18%, фундаментальных - 15% [16-17].

Таблица 1 - Объем внутренних затрат на НИОКР по источникам финансирования [16]

Источники финансирования	2021, млрд тг	2021, %	2022, млрд тг	2022, %	2023, млрд тг	2023, %	2024, млрд тг	2024, %
Общие затраты	109,3	100	121,6	100	172,6	100	219,7	100
средства бюджета	64,5	59,0	67,0	55,1	144,0	83,4	169,4	77,1
собственные средства научных организаций	36,1	33,4	43,0	35,4	12,7	7,3	34,4	15,7
иностранные инвестиции	2,1	1,9	2,8	2,3	2,9	1,7	2,1	1,0
займы банков	0,04	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
средства юридических лиц	4,5	4,1	6,5	5,3	8,8	5,1	9,9	4,5
прочие источники финансирования	2,1	1,5	2,2	1,9	4,1	2,4	3,5	1,6

Таблица 2 - Структура затрат на НИОКР по видам исследований, %

Страна	Фундаментальные, %	Прикладные, %	ОКР/разработка, %	Год
США	15	18	67	2021
Япония	13,9	20,2	65,8	2024
Южная Корея	15	19,9	65	2022
Казахстан	27,8	65,1	7,2	2023

Примечание: Составлено авторами на основе источников [16-17]

Механизм влияния доли ОКР на инновационный рост реализуется через последовательность стадий: финансирование опытно-конструкторских работ обеспечивает создание опытных образцов и доведение технологии до уровня готовности к внедрению (TRL 6-9), что снижает рыночные риски и делает разработку привлекательной для частных инвестиций. Именно на этой стадии знание превращается в патентуемый и коммерциализируемый продукт. При низкой доле ОКР цепочка обрывается: фундаментальные и прикладные исследования производят знание, которое не доходит до стадии внедрения, что и отражается в низкой патентной и экспортной результативности Казахстана.

Сравнительный анализ показателей результативности систем финансирования науки в анализируемых странах представлен в Таблице 3. Следует отметить, что по данным Всемирного банка [18], доля высокотехнологичного экспорта в промышленном экспорте стран-лидеров составляет 17-35%, тогда как в Казахстане данный показатель не отражает реального технологического уровня экономики ввиду её сырьевой специализации.

Таблица 3 - Показатели результативности систем финансирования науки в анализируемых странах

Страна	Место в GII 2024 [23]	НИОКР % ВВП (2023) [17]	Высокотех. экспорт, % (2023) [17]	Патентные заявки на млн чел. (2023) [19]
Южная Корея	6	5,2	30,3	5 733
США	3	3,6	21,8	1 527
Германия	9	3,1	17,8	1 895
Япония	13	3,4	17,1	3 387
Израиль	15	6,0	34,9	1 575
Эстония	16	2,0	16,6	240
Казахстан	78	0,17	34,4	83

Примечание: Составлено авторами на основе источников [17, 19, 23]

Связь между структурой финансирования и результативностью подтверждается количественно. Так, при доле ОКР 65% Южная Корея демонстрирует 5 733 патентные заявки на млн человек, тогда как Казахстан при доле ОКР 7,2% - лишь 83 заявки (Таблица 3). Аналогичный разрыв наблюдается по доле высокотехнологичного экспорта и позиции в Глобальном инновационном индексе (78-е место против 3–16-го у стран-лидеров). Это эмпирически подтверждает, что низкая доля экспериментальных разработок ограничивает трансформацию научного знания в патентуемые и коммерциализируемые результаты.

Институциональная трансформация с целью модернизации подходов к оценке финансовой обоснованности проектов включает создание в 2022 году Министерства науки и высшего образования и реформирование Национальных научных советов. Тем не менее, несмотря на увеличение финансирования, институт оценки научных проектов требует усовершенствования согласно новым вызовам. Вдобавок, действующие Правила организации и проведения государственной научно-технической экспертизы [15] содержат лишь методики формирования заключения эксперта по оценке обоснованности запрашиваемой суммы без операционализации индикаторов и количественных параметров оценки. Более того, в рамках настоящего постановления отсутствует оценка готовности опытного образца, технологической реализуемости, наличия производственной базы, индустриального партнёра, то есть экспертная оценка проводится по такой же форме, что и при оценке фундаментального исследования.

В целом, отсутствие дифференцированного подхода к оценке финансирования различных типов исследований, единообразное применение единых критериев ко всем проектам, игнорирование объективных различий в структуре и масштабе необходимых затрат, недофинансирование одних областей в пользу избыточного финансирования других требует реформирования системы оценки научных проектов.

Анализ мировой практики финансирования научных проектов показывает гетерогенность подходов, которые отличаются между собой институциональными традициями, научными культурами и стратегическими приоритетами национальных инновационных систем. Так, анализ практик стран, показывает, что наблюдаются как высокоцентрализованный подход с детальной регламентацией, также и децентрализованная система с высокой автономией исследователей.

Анализ представленных моделей позволяет выявить ключевые механизмы их эффективности. Конкурентный механизм финансирования NSF (США) обеспечивает концентрацию ресурсов на наиболее значимых проектах через двухкритериальную оценку интеллектуальной значимости и широкого научного влияния, реализуемую независимыми рецензентами при финальном решении программного офицера [9]. Трёхступенчатая экспертиза японской системы KAKENHI эффективна благодаря последовательному отсеву заявок, целевому распределению высших оценок (не более 10%) и привлечению около 8 000 рецензентов, что обеспечивает узкоспециализированную оценку каждого проекта [10]. Германская модель DFG реализует принцип финансирования, управляемого научным сообществом, через три уровня независимой экспертизы с выборными советами по областям науки, что системно устраняет информационную асимметрию между государством и исследовательским сообществом [11]. Южная Корея применяет четырёхступенчатый каскадный отбор, принципиальной особенностью которого яв-

ляется участие представителей промышленности в экспертных панелях, что создаёт прямую институциональную связь между научными проектами и индустриальными потребностями [12]. Минималистская модель ISF (Израиль), основанная на единственном критерии научного превосходства, концентрирует ограниченные ресурсы через двухступенчатый отсев и международное рецензирование, демонстрируя, что эффективность системы определяется качеством отбора, а не объёмом финансирования [13]. Цифровая трансформация эстонской системы оценки через ETIS [14] обеспечивает эффективность за счёт интеграции данных о публикационной активности, автоматизированной верификации и публичности результатов, что способствовало росту доли публикаций в открытом доступе: по данным Совета по науке Эстонии (ETAg), доля научных статей эстонской аффилиации в открытом доступе выросла с 47% в 2018 году до 68% в 2023 году [24]. Сравнительный анализ национальных систем оценки научных проектов представлен в Таблице 4.

Таблица 4 - Модели оценки и экспертизы научных проектов в международной практике [9-14]

Страна	Шкала оценки	Ключевые критерии	Алгоритм оценки
США	Качественная: 5 уровней (отлично, очень хорошо, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно)	Интеллектуальная значимость; широкое влияние	Внешние рецензенты оценивают заявку по двум обязательным критериям; рекомендации направляются программному офицеру; финальное решение принимает отдел фонда [9]
Япония	Качественная: 4 уровня (высший, высокий, средний, низкий) с целевым распределением 10%, 10%, 10%,70%; отдельная шкала обоснованности расходов	Научная значимость заявки; адекватность методологии; квалификация исследователя и наличие инфраструктуры	Комплексная экспертиза: документарная оценка, где каждый рецензент выставляет оценку; панельная экспертиза через обсуждение заявок и отбор на интервью; интервью (для высших категорий грантов); финальное решение панели. Задействовано около 8 000 рецензентов [10]
Германия	Без фиксированной шкалы; письменные отзывы и сравнительное ранжирование	Качество проекта; цели и рабочая программа; квалификация заявителя; научная среда	Трёхэтапный процесс: внешние рецензенты; экспертные советы по областям науки; Объединённый комитет принимает финальное решение о финансировании [11]
Южная Корея	Балльная по установленным индикаторам; ранжирование проектов по баллам	Креативность идеи; амбициозность замысла; квалификация и результаты исследователя	Четырёхэтапный процесс: предварительная проверка квалификации; экспертная оценка специалистами из науки и промышленности; координация результатов консультативной группой; финальное утверждение программным комитетом министерств [12]
Израиль	Качественная; единственным критерием является научное превосходство; финансируются только выдающиеся заявки	Соответствие программе; научное качество; адекватность мето-дологии; квалификация исследо-вателей; инфраструктура; пред-варительные результаты; ориги-нальность и инновационность; значимость и влияние	Двухступенчатая двойная экспертиза: первичная оценка профессиональным комитетом, где слабые заявки отсекаются и не отправляются на внешнюю экспертизу; экспертиза международными рецензентами; обсуждение в профессиональных комитетах; утверждение Академическим руководством и Советом Фонда [13]
Эстония	Качественная; экспертная оценка Оценочным комитетом в рамках публичного конкурса	Обоснование и важность темы; ожидаемые результаты; квалификация участников; наличие и состояние инфраструктуры	Заявки поступают через публичный конкурс; оценку проводит Оценочный комитет включает до 15 признанных исследователей из разных областей; для персонального финансирования решение принимает фонд; для институционального - предложения направляются Министру образования и науки для утверждения [14]

Сравнительный анализ международного опыта позволяет выделить ключевые направления совершенствования системы оценки научных проектов в Республике Казахстан. В отличие от действующей системы ГНТЭ, в которой применяются единые критерии оценки для всех типов исследований [15], рассмотренные модели демонстрируют необходимость дифференцированного ранжирования по типу исследования, что по аналогии с системой NRF Южной Кореи [12]. Повышение качества отбора требует

введения специализированных экспертных интервью для крупных проектов, как по образцу японской системы KAKENHI, задействующей около 8 000 рецензентов [10]. Институциональная связь с реальным сектором экономики может быть усилена через привлечение представителей промышленности на стадию экспертизы, что является ключевым элементом южнокорейской модели [12]. Концентрация ресурсов на наиболее значимых проектах предполагает повышение порогового балла ГНТЭ, который в настоящее время составляет 25 из максимально возможного [16], по аналогии с принципом научного превосходства ISF Израиля [13]. Наконец, интеграция с базами публикационной активности Web of Science и Scopus обеспечит автоматизированную верификацию данных по образцу эстонской системы ETIS Эстонии [14]. Таким образом, эффективность системы финансирования науки определяется не столько объёмом выделяемых средств, сколько архитектурой механизмов отбора, экспертизы и верификации результатов.

Анализ опыта национальных систем экспертизы в ведущих технологически развитых странах позволил разработать концептуальную модель совершенствования механизма финансирования научных проектов (Рисунок 1). Модель представляет собой единый механизм, обеспечивающий непрерывность поддержки исследования на всём пути его развития, начиная от генерации нового знания до внедрения результата. Основной принцип модели заключается в акценте на эффективность финансирования, который определяется не объёмом выделяемых средств, а архитектурой экспертизы и согласованностью инструментов между стадиями.

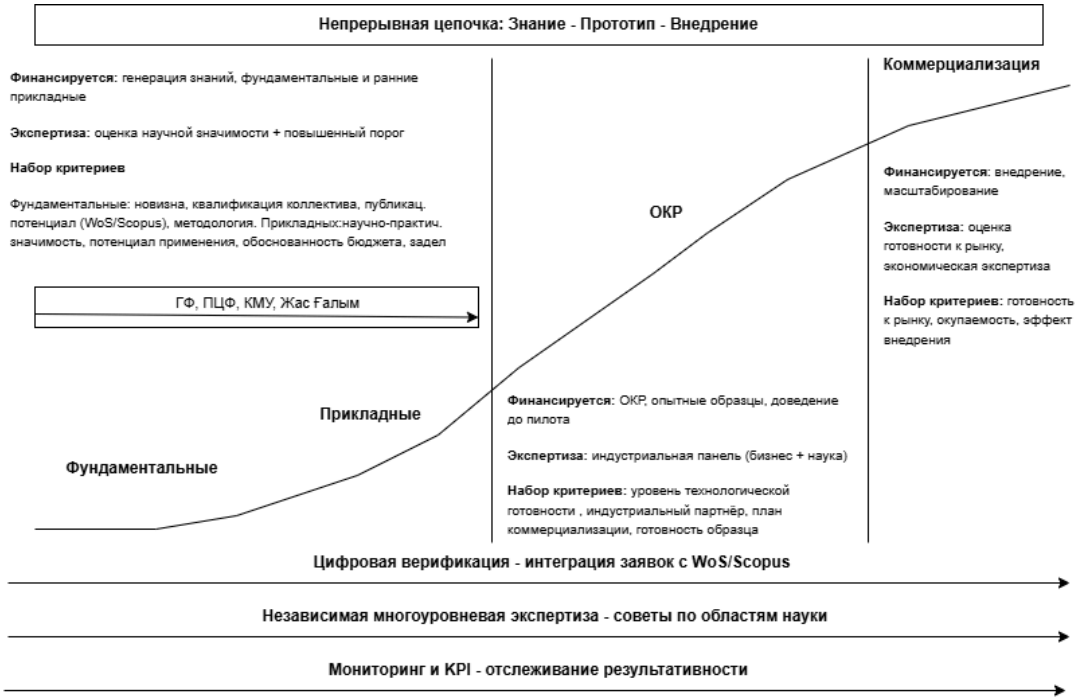


Рис. 1 - Концептуальная модель совершенствования механизма финансирования научных проектов (составлено авторами)

Модель охватывает три последовательные стадии, каждой из которых соответствует собственный объект финансирования, форма экспертизы и дифференцированный набор критериев для каждой стадии. На стадии генерации знаний финансируются фундаментальные и ранние прикладные исследования, такие как грантовое-финансирование (ГФ), программно-целевое финансирование ПЦФ), конкурс молодых ученых (КМУ), программа постдокторантуры (Жас Ғалым). Также экспертиза ориентирована на оценку научной значимости с повышенным пороговым баллом, а критерии включают научную новизну, квалификацию коллектива, публикационный потенциал (Web of Science, Scopus) и методологическую обоснованность, что по аналогии с принципом научного превосходства, реализованным по опыту Израиля. Опыт Японии позволяет рассмотреть возможность внедрения панельной экспертизы и экспертные интервью для крупных проектов, а критерии смещаются к научно-практической значимости, потенциалу применения, обоснованности бюджета и наличию задела.

Центральным элементом модели выступает стадия опытно-конструкторских работ (ОКР), на которой в действующей системе финансирования возникает разрыв. В Казахстане на сегодняшний день отсутствует специализированный инструмент поддержки прототипирования и доведения разработки до внедрения. Авторская модель закрывает этот разрыв за счёт отдельного механизма финансирования ОКР с обязательным участием индустрии, где экспертиза будет проводиться индустриальной панелью (бизнес и наука), а набор критериев включает наличие индустриального партнёра, план коммерциализации, окупаемость и готовность опытного образца, что соответствует опыту Кореи. Завершающая стадия коммерциализации обеспечивает финансирование внедрения и масштабирования с экспертизой готовности к рынку и оценкой экономического эффекта.

Целостность модели обеспечивается тремя сквозными механизмами, действующими на всех стадиях. В первую очередь это цифровая верификация заявок через интеграцию с базами Web of Science и Scopus, по образцу системы ETIS (Эстония). Далее внедрение независимой многоуровневой экспертизы, организованной советами по областям науки, по образцу DFG (Германия). А также осуществление мониторинга ключевых показателей результативности (KPI). В совокупности предложенный механизм преобразует разрозненные конкурсные процедуры в непрерывную цепочку финансирования научное знание, который переходит в прототип с последующим внедрением, устраняя институциональный разрыв на стадии прикладных разработок и ОКР.

Выводы. Сравнительный анализ мировой практики финансирования позволяет разработать рекомендации по совершенствованию механизмов финансирования научных проектов в РК. К ним относятся:

1. Внедрение модели оценки научных проектов, которая включает в себя три основных компонента, такие как нормативное соответствие, структурная обоснованность и результативность инвестиций. Существующая система оценки не разграничивает типы исследований, что связано с применением единой формы оценки для всех типов грантов. В связи с этим необходима разработка отдельных форм заключения эксперта для фундаментальных, прикладных исследований и НИОКР.

2. Разработка дифференцированного подхода к оценке для учета дисциплинарной специфики с целью равномерного распределения финансовых ресурсов. Существуюшая система оценки использует статьи расходов одинаково для всех типов, при этом отсутствуют позиции для ОКР. Целесообразно ввести критерии дифференцированного финансирования для проектов типа ОКР с обязательной оценкой уровня готовности технологии (TRL), наличия индустриального партнёра и план коммерциализации. При этом, в качестве измеримого ориентира предлагается поэтапное повышение доли ОКР в структуре затрат на НИОКР, что согласуется с задачами Концепции развития высшего образования и науки на 2023–2029 годы [22]

3. Необходимость цифровой трансформации процессов оценки с учетом внедрения искусственного интеллекта и блокчейн-технологий с целью сокращения сроков рецензирования и повышения эффективности финансирования научных проектов. Сейчас в Казахстане система экспертизы ГНТЭ не интегрирована с WoS или Scopus, в связи с чем происходит верификация данных вручную. Интеграция с базами Web of Science и Scopus для автоматической верификации публикационной активности заявителей и экспертов, что позволит сократить сроки проверки данных заявителя с ручного режима до автоматического и приведет к росту доли публикаций в открытом доступе.

4. Реформирование экспертной системы с учетом внедрения цифровых технологий и двухуровневой системы оценки для проведения автоматизированного скрининга и экспертной оценки, что сократит общее время рецензирования. Нынешняя система оценки не гарантирует специализацию экспертов; более того, отсутствует интервью, из-за чего отсутствует предварительный содержательный отсев. Необходимо снизить вариативность экспертных оценок и сократить долю проектов с разбросом баллов более 3 единиц между рецензентами.

5. Внедрение механизма гибкости с целью эффективного использования неиспользованных средств на следующий финансовый год без дополнительных согласований и возможностью перераспределения между статьями расходов без уведомления финансирующего органа. На сегодняшний день статьи расходов жёстко фиксированы, перераспределение предусматривается только с согласия курирующего органа. В связи с этим важно допустить перераспределение до 20% бюджета между статьями без согласования с финансирующим органом, либо перенос неиспользованных средств на следующий год без процедуры возврата. Это приведет к снижению доли неиспользованных средств по завершении проектов.

6. Переосмысление системы мониторинга и оценки с целью внедрения системы ключевых показателей эффективности для снижения вариативности экспертных оценок, сокращения времени оценки и повышения удовлетворенности заявителей. Согласно действующей системе пороговый балл составляет 25-28 (66%), что допускает финансирование средних проектов. В связи с этим необходимо повысить пороговый балл с введением целевого распределения высших оценок и внедрением системы KPI для оценки качества самой экспертизы, включающей время рецензирования, согласованность оценок и удовлетворенность заявителей. В результате это приведет к повышению доли проектов высшей категории среди финансируемых и сокращению среднего времени рецензирования научных проектов.

Таким образом, результаты сравнительного анализа подтверждают гипотезу исследования: эффективность системы финансирования науки определяется институциональной архитектурой механизмов экспертизы, а не объёмом выделяемых средств. В целом, для Казахстана, как страны, направленной на совершенствование системы финансирования науки, необходима эффективная система финансирования научных проектов, чтобы результаты ученых могли коммерциализироваться и переходить на массовое производство. Именно непрерывная цепочка финансирования от научной идеи до конечного продукта позволит превратить инвестиции в науку в реальный драйвер экономического роста и технологического прорыва.

***Финансирование**. Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№ BR28713385 «Разработка интеллектуальной системы экспертизы и оценки научных, научно-технических проектов»).*

Литература

1. Bonaglia D., et al. End of Year Edition - Despite the Odds, Global R&D Spending Grew Again in 2024, Inching Closer to the USD 3 Trillion Mark / World Intellectual Property Organization (WIPO) - 2025. URL: https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/w/blogs/2025/end-of-year-edition. Date accessed:11.03.2026.
2. Borrel-Damian L. UNESCO Science Report: The Race Against Time for Smarter Development / UNESCO - Paris, 2021. URL: https://www.unesco.org/reports/science/2021/en.- Date accessed: 11.03.2026.
3. National Institutes of Health. Center for Scientific Review. Assisted Referral Tool (ART). - 2025. - URL: https://public.csr.nih.gov/ForApplicants/ArtHome. - Date accessed: 05.01.2026.
4. National Institutes of Health. Leveraging AI for Business Process Automation at NIH. - 2019. URL: https://resources.data.gov/resources/fdspp-nih-leveraging-ai-for-business-process-automation/. Date accessed: 05.01.2026.
5. Сейткан Г.Г., Карасцони П., Зайтенова Н.К., Қонысбай А.Қ. Влияние затрат на исследования и разработки на инновационную активность предприятий как участников цифровых инновационных хабов // Экономика: стратегия и практика. - 2024. - Т. 19(3). - С. 19-31. DOI 10.51176/1997-9967-2024-3-19-31.
6. Дошманова С.Т., Таскарина Б.М., Тлеубергенова М.А., Болатова Б.Ж., Сапаргали А.М. Анализ современного состояния науки в Казахстане и её влияние на национальную экономику // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. - 2022. - № 6 (400). - С. 282-297. DOI 10.32014/2022.2518-1467.408.
7. OECD. Modes of Public Funding of Research and Development: Towards Internationally Comparable Indicators / OECD Science, Technology and Industry Working Papers. - 2012. URL: https://www.oecd.org/en/publications/modes-of-public-funding-of-research-and-development_5k98ssns1gzs-en.html. Date accessed:02.10.2025.
8. Langfeldt L. The Policy Challenges of Peer Review: Managing Bias, Conflict of Interests and Interdisciplinary Assessments // Research Evaluation. - 2006. - Vol. 15(1). - 31-41 P. DOI 10.3152/147154406781776039.
9. National Science Foundation. Proposal & Award Policies & Procedures Guide (PAPPG), NSF 23-1. - 2023. - URL: https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=pappg. - Date accessed:02.10.2025.
10. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). Handbook on the Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI) Program. – 2025. URL: https://www.jsps.go.jp/file/storage/kaken_15_2025/r7_handbook_kenkyusha_e.pdf. Date accessed: 02.10.2025.

11. Funding Guidelines: General Terms and Conditions for Funding Agreements with the Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V./DFG, German Research Foundation. - 2026.- 91p. URL: https://www.dfg.de/resource/blob/382562/dfg-2-00-en-v0126.pdf. Date accessed: 05.05.2026.
12. National Research Foundation of Korea (NRF). Funding Process - Review System. Key Review Procedures for Research Support Programs.-2025. URL: https://eng.nrf.re.kr/page/f8405a92-5e7d-41b6-9f6a-b8f63b637caf.- Date accessed: 21.04.2026.
13. Israel Science Foundation (ISF). Criteria for Assessment and Review Process for Research Programs. - 2025. URL: https://www.isf.org.il. - Date accessed: 21.04.2026.
14. Estonian Research Council (ETAg). Conditions of and Procedure for Personal Research Funding. -Tartu, 2016. URL: https://etag.ee/wp-content/uploads/2016/02/Conditions-of-and-Procedure-for-Personal-Research-Funding-Application-for-Exploratory-and-Start-Up-Research-Grant.pdf. Date accessed:14.06.2026.
15. Об утверждении Правил организации и проведения государственной научно-технической экспертизы: приказ Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 7 ноября 2024 года № 517 (зарегистрирован в Министерстве юстиции РК 8 ноября 2024 года, № 35344). 2024. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2400035344.- Date accessed: 05.01.2026.
16. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Статистика науки и инноваций. −2024. URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/dynamic-tables/.- Дата обращения: 02.10.2025.
17. Main Science and Technology Indicators (MSTI) /OECD Data Explorer. Paris: OECD, 2026. URL: https://data-explorer.oecd.org/vis?df[ds]=DisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_MSTI@DF_MSTI&df[ag]=OECD.STI.STP. Date accessed:14.06.2026.
18. World Bank. High-Technology Exports (% of Manufactured Exports) [TX.VAL.TECH.MF.ZS] // World Bank Open Data. −2026. URL: https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS. - Date accessed: 20.05.2026.
19. WIPO. Statistics Database. Total Patent Applications (Direct and PCT National Phase Entries). - 2026. URL: https://www3.wipo.int/ipstats/. - Date accessed:20.05.2026.
20. Об объявлении 2026 года Годом цифровизации и искусственного интеллекта: Указ Президента Республики Казахстан от 6 января 2026 года № 1151 // Официальный сайт Президента Республики Казахстан. - 2026. URL: https://www.akorda.kz/ru/ob-obyavlenii-goda-cifrovizacii-i-iskusstvennogo-intellekta-601222. - Дата обращения: 02.10.2025.
21. Токаев К.-Ж. Выступление на заседании Национального совета по науке и технологиям // Официальный сайт Президента Республики Казахстан. - 26 сентября 2025 г. URL: https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-vystupil-na-zasedanii-nacionalnogo-soveta-po-nauke-i-tehnologiyam-2684537.- Дата обращения: 02.12.2025.
22. Об утверждении Концепции развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023–2029 годы: постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 248 // Информационно-правовая система «Әділет». URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248. - Дата обращения: 02.10.2025.
23. World Intellectual Property Organization (WIPO). Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. - Geneva: WIPO,2024.- 325 p. DOI 10.34667/tind.50062.
24. Reimann A. Academic Publishers' Billion-Dollar Business: Paywalling Estonian Research // ERR News.- 2025. URL: https://news.err.ee/1609804398/academic-publishers-billion-dollar-business-paywalling-estonian-research.- Date accessed: 20.05.2026.

References

1. Bonaglia D., et al. End of Year Edition - Despite the Odds, Global R&D Spending Grew Again in 2024, Inching Closer to the USD 3 Trillion Mark / World Intellectual Property Organization (WIPO) - 2025. URL: https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/w/blogs/2025/end-of-year-edition. Date accessed:11.03.2026.
2. Borrel-Damian L. UNESCO Science Report: The Race Against Time for Smarter Development / UNESCO - Paris, 2021. URL: https://www.unesco.org/reports/science/2021/en.- Date accessed: 11.03.2026.
3. National Institutes of Health. Center for Scientific Review. Assisted Referral Tool (ART). - 2025. - URL: https://public.csr.nih.gov/ForApplicants/ArtHome. - Date accessed: 05.01.2026.

4. National Institutes of Health. Leveraging AI for Business Process Automation at NIH. - 2019. URL: https://resources.data.gov/resources/fdspp-nih-leveraging-ai-for-business-process-automation/. Date accessed: 05.01.2026.
5. Sejtkan G.G., Karasconi P., Zajtenova N.K., Қonysbaj A.Қ. Vlijanie zatrat na issledovanija i razrabotki na innovacionnuju aktivnost' predprijatij kak uchastnikov cifrovyh innovacionnyh habov // Jekonomika: strategija i praktika. - 2024. - T. 19(3). - S. 19-31. DOI 10.51176/1997-9967-2024-3-19-31. [in Russian]
6. Doshmanova S.T., Taskarina B.M., Tleubergenova M.A., Bolatova B.Zh., Sapargali A.M. Analiz sovremennogo sostojanija nauki v Kazahstane i ejo vlijanie na nacional'nuju jekonomiku // Vestnik Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. - 2022. - № 6 (400). - S. 282-297. DOI 10.32014/2022.2518-1467.408. [in Russian]
7. OECD. Modes of Public Funding of Research and Development: Towards Internationally Comparable Indicators / OECD Science, Technology and Industry Working Papers. - 2012. URL: https://www.oecd.org/en/publications/modes-of-public-funding-of-research-and-development_5k98ssns1gzs-en.html. Date accessed:02.10.2025.
8. Langfeldt L. The Policy Challenges of Peer Review: Managing Bias, Conflict of Interests and Interdisciplinary Assessments // Research Evaluation. - 2006. - Vol. 15(1). - 31-41 P. DOI 10.3152/147154406781776039.
9. National Science Foundation. Proposal & Award Policies & Procedures Guide (PAPPG), NSF 23-1. - 2023. - URL: https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=pappg. - Date accessed:02.10.2025.
10. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). Handbook on the Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI) Program. – 2025. URL: https://www.jsps.go.jp/file/storage/kaken_15_2025/r7_handbook_kenkyusha_e.pdf. Date accessed: 02.10.2025.
11. Funding Guidelines: General Terms and Conditions for Funding Agreements with the Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V./DFG, German Research Foundation. - 2026.- 91p. URL: https://www.dfg.de/resource/blob/382562/dfg-2-00-en-v0126.pdf. Date accessed: 05.05.2026.
12. National Research Foundation of Korea (NRF). Funding Process - Review System. Key Review Procedures for Research Support Programs.-2025. URL: https://eng.nrf.re.kr/page/f8405a92-5e7d-41b6-9f6a-b8f63b637caf.- Date accessed: 21.04.2026.
13. Israel Science Foundation (ISF). Criteria for Assessment and Review Process for Research Programs. - 2025. URL: https://www.isf.org.il. - Date accessed: 21.04.2026.
14. Estonian Research Council (ETAg). Conditions of and Procedure for Personal Research Funding. -Tartu, 2016. URL: https://etag.ee/wp-content/uploads/2016/02/Conditions-of-and-Procedure-for-Personal-Research-Funding-Application-for-Exploratory-and-Start-Up-Research-Grant.pdf. Date accessed:14.06.2026.
15. Ob utverzhdenii Pravil organizacii i provedenija gosudarstvennoj nauchno-tehnicheskoj jekspertizy: prikaz Ministra nauki i vysshego obrazovanija Respubliki Kazahstan ot 7 nojabrja 2024 goda № 517 (zaregistrirovan v Ministerstve justicii RK 8 nojabrja 2024 goda, № 35344). - 2024. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2400035344.- Date accessed: 05.01.2026.[in Russian]
16. Bjuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazahstan. Statistika nauki i innovacij. −2024. URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/dynamic-tables/.- Data obrashhenija: 02.10.2025. [in Russian]
17. Main Science and Technology Indicators (MSTI) /OECD Data Explorer. Paris: OECD, 2026. URL: https://data-explorer.oecd.org/vis?df[ds]=DisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_MSTI@DF_MSTI&df[ag]=OECD.STI.STP. Date accessed:14.06.2026.
18. World Bank. High-Technology Exports (% of Manufactured Exports) [TX.VAL.TECH.MF.ZS] // World Bank Open Data. −2026. URL: https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS. - Date accessed: 20.05.2026.
19. WIPO. Statistics Database. Total Patent Applications (Direct and PCT National Phase Entries). - 2026. URL: https://www3.wipo.int/ipstats/. - Date accessed:20.05.2026.
20. Ob obrjavlenii 2026 goda Godom cifrovizacii i iskusstvennogo intellekta: Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 6 janvarja 2026 goda № 1151 // Oficial'nyj sajt Prezidenta Respubliki Kazahstan. - 2026. URL: https://www.akorda.kz/ru/ob-obyavlenii-goda-cifrovizacii-i-iskusstvennogo-intellekta-601222.- Data obrashhenija: 02.10.2025. [in Russian]

21. Tokaev K.-Zh. Vystuplenie na zasedanii Nacional'nogo soveta po nauke i tehnologijam // Oficial'nyj sajt Prezidenta Respubliki Kazahstan. - 26 sentjabrja 2025 g. URL: https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-vystupil-na-zasedanii-nacionalnogo-soveta-po-nauke-i-tehnologiyam-2684537.- Data obrashhenija: 02.12.2025. [in Russian]
22. Ob utverzhdenii Koncepcii razvitija vysshego obrazovanija i nauki v Respublike Kazahstan na 2023–2029 gody: postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 28 marta 2023 goda № 248 // Informacionno-pravovaja sistema «Ədilet». URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248. - Data obrashhenija: 02.10.2025. [in Russian]
23. World Intellectual Property Organization (WIPO). Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. - Geneva: WIPO,2024.- 325 p. DOI 10.34667/tind.50062.
24. Reimann A. Academic Publishers' Billion-Dollar Business: Paywalling Estonian Research // ERR News.- 2025. URL: https://news.err.ee/1609804398/academic-publishers-billion-dollar-business-paywalling-estonian-research.- Date accessed: 20.05.2026.

Информация об авторах

Мутанов Г. - доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, РГП на ПХВ «Институт информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: info@ipic.kz;

Темирбаев А. - PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: amirkhan@kaznu.kz;

Жупарова А. - PhD, РГП на ПХВ «Институт информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: aziza.zhuparova@gmail.com;

Есенгалиева Ж. - PhD, РГП на ПХВ «Институт информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: jannayess@gmail.com;

Торекул С. - докторант, РГП на ПХВ «Институт информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: saule.torekul@gmail.com.

Information about the authors

Mutanov G. - Doctor of Engineering Sciences, Professor, Academician of the NAS of the Republic of Kazakhstan, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, e-mail: info@ipic.kz;

Temirbayev A. - PhD, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: amirkhan@kaznu.kz;

Zhuparova A. - PhD, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aziza.zhuparova@gmail.com;

Esengalieva Zh. - PhD, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, e-mail: jannayess@gmail.com;

Torekul S. - Doctoral Student, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan, e-mail: saule.torekul@gmail.com.